การเก็บภาพขนาด 512x256 จุด โดยใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วต่ำ

512x256 pixels digitizer using low accesstime memory devices

อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

ATTASIT LASAKUL

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. มนัส สังวรศิลป์

ADVISOR

Assoc.Prof. MANAS SANGWORASIL

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

ABSTRACT

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ลักษณะสัญญาณภาพและการแสดงภาพ 3

2.1 การแสดงผลในโหมดของตัวอักษร 6

2.2 การแสดงผลในโหมดของรูปภาพ 7

บทที่ 3 การเก็บภาพ 10

3.1 ลักษณะการเก็บภาพในระบบ 256x256 จุดต่อภาพ 11

3.2 ลักษณะการเก็บภาพในระบบ 512x256 จุดต่อภาพ 17

บทที่ 4 รายละเอียดของเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256 24

4.1 ส่วนอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำภาพ 25

4.2 ส่วนเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิดสู่หน่วยความจำภาพ 31

4.3 ส่วนของหน่วยความจำภาพ 35

4.3.1 โหมดอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ 37

4.3.2 โหมดเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด 42

4.3.3 โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 45

4.4 ส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 50

4.5 ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอล เป็นอนาล็อก 58

บทที่ 5 ลักษณะคุณสมบัติตัวเครื่องและการใช้งานของซอฟท์แวร์ 63

5.1 การทดลองสร้างเครื่องต้นแบบ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1 ลักษณะคุณสมบัติ 63

5.2 โฟล์ชาร์ทการทำงาน 66

5.3 ซอฟร์แวร์ 68

5.3.1 การใช้งานซอฟร์แวร์ 68

บทที่ 6 สรุปผลการนำไปใช้งานและแนวทางในการพัฒนาต่อไป 70

6.1 ทดลองใช้งาน 70

6.2 สรุปผลการวิจัย 71

กิตติกรรมประกาศ 74

เอกสารอ้างอิง 75

ภาคผนวก ก โปรแกรมใช้งาน

ภาคผนวก ข วงจรส่วนต่างๆของระบบเก็บภาพขนาด 512x256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงเวลาในแต่ละเส้นสแกนไลน์ของทางแนวนอนและแนวตั้ง 3

รูปที่ 2.2 การสแกน (scan) ของลำอิเลคตรอนเนื่องจากขดลวดสนามแม่เหล็ก 4

รูปที่ 2.3 แสดงการสแกน (scan) ภาพเส้นคี่(เส้นหนา)และเส้นคู่(เส้นประ)ซึ่ง ประกอบเป็น หนึ่งภาพ 5

รูปที่ 2.4 แสดงถึงจุดของตัวอักษรที่โปรแกรมไว้ในตัวรอม (ROM) เป็นรูปแบบของตัวอักษร 6

รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมตัวอย่างของการแสดงผลแบบตัวอักษร 6

รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของบล็อกไดอะแกรมของการแสดงภาพใน กราฟฟิกโหมด 8

รูปพ 3.1 แสดงตัวอยางของ Flash A/D ขนาด 8 บิทเบอร์ CA3018 10

รูปที่ 3.2 รูปแสดงช่วงของข้อมูลดิจิตอลที่ได้มา เมื่อมีการป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ Flash A/D โดยเลือกให้ทำงานในโหมดที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลเร็วที่สุด 11

รูปที่ 3.3 การจัดหน่วยความจำวีดีโอแรมของระบบเก็บภาพ 256x256 12

รูปที่ 3.4 รูปแสดงไดอะแกรมระบบเครื่องเก็บภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพ 13

รูปที่ 3.5 แสดงรูปวงจรส่วนเทียนภาพเข้าสู่วีดีโอแรมในระบบเก็บภาพขนาด 256x256 15

รูปที่ 3.6 แสดงการเก็บภาพเป็นจุดตามการนับเส้นสแกนไลน์ (scan line) 16

รูปที่ 3.7 แสดงไดอะแกรมเวลาในจุดที่ทำสัญญาณการเขียนวีดีโอแรม 17

รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของแบบภาพที่เก็บ 18

รูปที่ 3.9 รูปแสดงการเลื่อนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม 20

รูปที่ 3.10 แสดงไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูล 21

รูปที่ 3.11 แสดงบล็อกของการจัดวงจรเลื่อนข้อมูลเข้าสู่วีดีโอแรม 22

รูปที่ 3.12 แสดงไดอะแกรมเวลาที่เขียนข้อมูลเข้าวีดีโอแรม 22

รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256 24

รูปที่ 4.1.1 แสดงวงจรที่ใช้อธิบายส่วนของการอ่านข้อมูลภาพหน่วยความจำ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.1.2 รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของการทำสัญญาณ สโตปข้อมูล $\overline{VDSTB}$ 27

รูปที่ 4.1.3 แสดงไดอะแกรมของการรีเซตวงจรนับ 128 เพื่อให้นับในช่วงไม่มีแบลงค์และแสดงเวลาของพัลซ์รีเซตที่ปรับแต่งแล้ว 28

รูปที่ 4.1.4 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ลที่ใช้ทำฮอร์ซิงค์ดีเลย์และฮอร์ซิงค์วิดท์ 28

รูปที่ 4.1.5 แสดงถึงเอ้าพุทพัลซ์ของ V-blank width ที่นำไปรีเซตวงจรนับ 256 29

รูปที่ 4.1.6 แสดงถึงแอดเดรสที่นับโดยวงจรนับ 256 ที่ถูกรีเซตช่วงแบลงค์ 30

รูปที่ 4.2.1 แสดงถึงวงจรของส่วนเขียนข้อมูลภาพจากสัญญาณภาพลงสู่วีดีโอแรม 31

รูปที่ 4.2.2 รูปไดอะแกรมเวลาแสดงการสร้างสัญญาณการเขียนข้อมูลภาพ $\overline{W-WR}$ 32

รูปที่ 4.2.3 รูปแสดงวงจรส่วนที่กำหนดการเขียนภาพหนึ่งฟิลด์ 33

รูปที่ 4.2.4 รูปแสดงถึงไดอะแกรมเวลาในการกำหนดการเขียนภาพหนึ่งฟิลด์ 34

รูปที่ 4.3.1 รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนมัลติเพล็กสัญญาณของวีดีโอแรม 36

รูปที่ 4.3.1.1 รูปแสดงถึง บัสไลน์ (busline) ที่ใช้งานในโหมดของ display mode 38

รูปที่ 4.3.1.2 รูปแสดงสัญญาณที่ตัววีดีโอแรมเมื่ออยู่ในโหมดของการอ่านข้อมูล 39

รูปที่ 4.3.1.3 รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของการเลื่อนข้อมูลออก 40

รูปที่ 4.3.1.4 รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนหน่วยความจำวีดีโอแรมและทิศทางของข้อมูลในตัววีดีโอแรมที่เลื่อนข้อมูลออกโดยผ่านตัว ชิฟรีจีสเตอร์ 40

รูปที่ 4.3.1.5 รูปแสดงถึงการแสดงจุดบนมอนิเตอร์จากการเลื่อนข้อมูล 41

รูปที่ 4.3.2.1 รูปที่แสดงถึงเส้นทางของบัส (bus line) ที่ใช้งานในโหมดเขียนข้อมูลภาพ (write mode) 42

รูปที่ 4.3.2.2 รูปแสดงถึงไดอะแกรมของการเขียนข้อมูลเข้าหน่วยความจำ โหมด write 1 43

รูปที่ 4.3.2.3 รูปแสดงถึงไดอะแกรมทิศทางการเคลื่อนที่ของข้อมูลเข้าสู่วีดีโอแรม 44

รูปที่ 4.3.2.4 รูปแสดงถึงสัญญาณการเขียนภาพลงวีดีโอแรมที่เกิดขึ้นในการเขียนภาพ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.3.3.1 รูปแสดงเส้นทางที่ใช้งานส่วนมัลติเพล็กช่วงติดต่อระหว่างวีดีโอแรม กับตัวไมโครคอมพิวเตอร์ 45

รูปที่ 4.3.3.2 แสดงถึงจุดแต่ละจุดบนจอภาพมอนิเตอร์ที่เก็บในตัววีดีโอแรม 47

รูปที่ 4.3.3.3 รูปแสดงถึงการแบ่งจอภาพออกเป็นสองส่วนหรือ แมมโมรี่แบลงค์ (memory blank) 49

รูปที่ 4.4.1 รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC 51

รูปที่ 4.4.2 รูปแสดงถึงวงจรส่วนดีโค้ดแอดเดรสและส่วนกำหนดการอ่านเขียนหน่วยความจำในช่วงของแบลงค์เพื่อไม่ให้ภาพที่มอนิเตอร์กระพริบ 52

รูปที่ 4.4.3 รูปแสดงไดอะแกรมเวลาการเกิดสัญญาณ BUSYD เมื่ออ่านเขียนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 54

รูปที่ 4.4.4 แสดงถึงสัญญาณการรอที่เกิดขึ้นเมื่อมีการอ่านหรือเขียนด้วยไมโครฯ โดยใช้สัญญาณ แบลงค์มากำหนดช่วงเวลา 55

รูปที่ 4.4.5 แสดงถึงวงจรส่วนของพอร์ทคอนโทรลที่ใช้งาน 56

รูปที่ 4.5.1 รูปแสดงถึงไดอะแกรมของส่วนนำข้อมูลดิจิตอลเข้าสู่วีดีโอแรมเพื่อเขียนภาพ 58

รูปที่ 4.5.2 รูปแสดงถึงไดอะแกรมเวลา ของส่วนเลื่อนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม 59

รูปที่ 4.5.3 รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของดิจิตอลเอ้าพุทที่ได้ที่ถูกดีเลย์ไปเล็กน้อย 60

รูปที่ 4.5.4 รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนรวมสัญญาณภาพ (composite) 61

รูปที่ 4.5.5 รูปแสดงถึงสัญญาณภาพเอ้าพุทสู่มอนิเตอร์ที่วัดโดยออสซิลโลสโคปซึ่งสัญญาณจะมีความสูงประมาณ 1.4 โวลท์ โดยป้อนสัญญาณเข้าสู่ตัววีดีโอแรมเป็น ริ้วระดับขาวดำทางแนวตั้งและแนวขวาง 62

รูปที่ 4.5.6 รูประดับขาวดำที่เขียนในวีดีโอแรม 62

รูปที่ 5.1.1 รูปแสดงถึงแผ่นต้นแบบที่ทดลองสร้างเป็นครั้งแรก 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 5.1.1.1 แสดงถึงแผ่นการ์ดที่ทดลองสร้างใช้งานบนเครื่อง IBM PC 64

รูปที่ 5.1.1.2 แสดงถึงไดอะแกรมการต่อใช้งานกับไมโครคอมพิวเตอร์ 65

รูปที่ 5.1.1.3 แสดงถึงการต่อใช้งานในการทดลอง 65

รูปที่ 5.2.1 รูปแสดงถึงโฟล์ชาร์ทการทำงานของเครื่อง 66

รูปที่ 5.3.1 รูปแสดงเมนูฟังก์ชั่นเมื่อ รันโปรแกรม IMAGE512.EXE 69

รูปที่ 6.1.1 แสดงรูปภาพที่มอนิเตอร์ใช้งานเป็นการเก็บแฟ้มข้อมูล 70

รูปที่ 6.1.2 แสดงภาพที่นำไปใช้งานกับการวิเคราะห์ลายมือเขียนภาษาไทย 71

รูปที่ 6.1.3 รูปแสดงถึงแนวทางในการพัฒนาในการเก็บภาพให้มีจำนวนจุดเพิ่มขึ้นอีกเป็นสองเท่า 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 4.3.3.1 ตารางแสดงการเลือกการทำงานของวีดีโอแรมแต่ละตัวด้วย สัญญาณ AD0,AD1 โดย A0 ถึง A14 เป็นขาแอดเดรสของ ตัววีดีโอแรมเมื่อ เทียบกับ AD0 ถึง AD15,ADX ซึ่งเป็นสาย แอดเดรสจากส่วนของอินเตอร์เฟส 48

ตารางที่ 4.4.1 ตารางแสดงการให้ข้อมูลเพื่อกำหนดโหมดการทำงานและหน้าที่อื่นๆ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในวงจรส่วนต่างๆ

ในแผ่นวงจรแต่ละส่วนจะมีสัญญาณอินพุทและเอ้าพุทอยู่มากมายและใช้ตัวอักษรเป็นสัญญลักษณ์ หากในแผ่นอื่นที่ใช้สัญญลักษณ์อันเดียวกันจะหมายถึงสัญญาณต่อถึงกัน ก็จะมีวงเล็บบอกถึงหมายเลขแผ่นวงจรไว้ และความหมายของสัญญลักษณ์นั้นมีดังต่อไปนี้:-

$\overline{\text{VDSTB}}$ สัญญาณการสโตป (strobe) ข้อมูลให้แก่ไอซีตัวเลื่อนข้อมูลออกสู่วงจร D/A

C-INTER คล็อกขนาด 400 นาโนวินาทีใช้กำหนดช่วงอ่านเขียนข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์

CLK-SHF คล็อกขนาด 100 นาโนวินาที ใช้เป็นความถี่สุ่มสัญญาณภาพและเลื่อนข้อมูลเข้าสู่แรม

RESET เป็น เพาเวอร์ออนรีเซทกำหนดการทำงานเมื่อเริ่มต้น

$\overline{\text{V-BLANK}}$ เป็นสัญญาณ แบลงค์ จากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์

$\overline{\text{V-SYNC}}$ เป็นสัญญาณ ซิงค์ จากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์

BL-INTER เป็นสัญญาณ เวอร์ติคัลแบลงค์ ใช้ในกำหนดอ่านเขียนข้อมูลวีดีโอแรมในช่วงแบลงค์

MA0~MA14 สัญญาณอ้างแอดเดรสวีดีโอแรมจากส่วน อ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์

CLK-LJ1 สัญญาณคล็อกใช้แลทช์ข้อมูลเข้าสู่วีดีโอแรม

WT<2:1> ระดับโลจิกจากเอ้าพุทพอร์ทคอนโทรลใช้กำหนดโหมดการทำงาน

BLK-SHF สัญญาณ แบลงค์ใช้เคลียร์ไอซีตัวเลื่อนข้อมูลเข้าสู่แรม

$\overline{\text{W-BLANK}}$ สัญญาณ แบลงค์ จากส่วน เขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด

$\overline{\text{W-SYNC}}$ สัญญาณ ซิงค์ จากส่วน เขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด

WA0~WA14 สัญญาณอ้างแอดเดรสจากส่วน เขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด

WWT สัญญาณกำหนดช่วงเขียนภาพหนึ่งฟิลด์

WWRT สัญญาณกำหนดตัวมัลติเพล็กสัญญาณข้อมูลอินพุทของส่วนรวมสัญญาณภาพ

ADX สัญญาณกำหนดการอ้างแอดเดรสส่วนบนและส่วนล่างของจอภาพ

$\overline{\text{WR}}$ สัญญาณการเขียนหน่วยความจำจากไมโครคอมพิวเตอร์

$\overline{\text{PROTECT WR}}$ เอ้าพุทพอร์ทคอนโทรลป้องกันการเขียนข้อมูลวีดีโอแรม

$\overline{\text{W-WR}}$ สัญญาณการเขียนภาพจากส่วน เขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUSVD สัญญาณกำหนดช่วงอ่านเขียนข้อมูลหน่วยความจำวีดีโอแรมจากส่วนอินเตอร์เฟส

A0~A14 ขาอ้างแอดเดรสของวีดีโอแรม

$\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ สัญญาณกำหนดตัววีดีโอแรมแต่ละตัว กรณีอ่านเขียนจากไมโครคอมพิวเตอร์

$\overline{EN1}$~$\overline{EN4}$ สัญญาณอีนาเบิ้ล บัฟเฟอร์กรณีอ่านเขียนจากไมโครคอมพิวเตอร์

$\overline{OE}$ สัญญาณอีนาเบิ้ลตัววีดีโอแรม

$\overline{WE}$ สัญญาณการเขียนวีดีโอแรม

VD สัญญาณภาพที่เข้าสู่ตัวเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกไปเป็นข้อมูลดิจิตอล

4D0~4D7 สัญญาณข้อมูลภาพดิจิตอลที่ได้จากตัวเลื่อนข้อมูล นำไปเข้าสู่ภาคเปลี่ยนเป็นสัญญาณแบบดิจิตอลเป็นอนาล็อก (เป็นภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้อง)

1D0~4D7 ข้อมูลภาพดิจิตอลจากตัวแลทช์ข้อมูลที่เข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละตัว

WRT ระดับโลจิกที่มาจากเอ้าพุทพอร์ทคอนโทรลเพื่อกำหนดการ รีคอล (recall) ภาพ

td เวลาที่หน่วง (delay) ของตัวไอซี Flash A/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเก็บภาพขนาด 512x256 จุด โดยใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วต่ำ
นักศึกษา นาย อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. มนัส สังวรศิลป์
ระดับการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตทางวิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา พ.ศ. 2532

บทคัดย่อ

ในการเก็บภาพเข้าสู่หน่วยความจำนั้น ในสมัยก่อนจะทำได้ช้าและเก็บรายละเอียดได้น้อย สาเหตุสำคัญอันหนึ่ง ก็เนื่องจากว่าอุปกรณ์ที่จะเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก (analog) ให้ไปเป็นสัญญาณดิจิตอล (digital) ที่สามารถทำงานที่ความถี่สูงๆนั้นมีราคาที่สูงมากและไม่แพร่หลาย แต่ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำได้พัฒนาขึ้นมาก อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก เป็นข้อมูลดิจิตอลที่มีความไวสูงสามารถที่จะหาได้ง่ายและราคาถูกลง การสร้างเครื่องเก็บภาพที่มีขนาดเป็น 256x256 จุดต่อภาพสามารถทำได้ง่ายขึ้น เพราะสามารถจะเขียนภาพที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณแบบดิจิตอลแล้วลงบนหน่วยความจำได้ทันเวลา แต่หากต้องการเพิ่มจำนวนจุดในทางแนวนอนขึ้นเป็นสองเท่านั้น เวลาในการเขียนข้อมูลภาพจะต้องน้อยลงไปอีกครึ่งหนึ่ง ทำให้ไม่สามารถเขียนข้อมูลภาพลงบนหน่วยความจำได้ทันเวลา เนื่องจากว่าตัวของหน่วยความจำทำงานได้ไม่ทัน การแก้ปัญหาทำได้โดยการใช้หน่วยความจำที่ทำงานได้เร็วขึ้นแต่อุปกรณ์ดังกล่าวมักจะมีราคาสูงมาก

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอเทคนิคในการเก็บภาพ ซึ่งจะเก็บภาพโทรทัศน์ที่เป็นอนาล็อกไปเก็บเป็นสัญญาณดิจิตอล ที่ใช้อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลที่มีความไวสูงในการเปลี่ยนข้อมูลในแต่ละเส้นสแกนไลน์ด้วยขนาด 512 ไบท์ จำนวน 256 เส้น ดังนั้นหน่วยความจำจึงต้องใช้ขนาด 128 กิโลไบท์ต่อหนึ่งภาพ โดยการใช้เทคนิคการเลื่อนข้อมูลภาพที่ตัวชิฟรีจิสเตอร์ก่อน จากนั้นจึงเขียนลงบนหน่วยความจำพร้อมกันทีเดียวหลายตัว ซึ่งจะทำให้สามารถทำให้ใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วไม่สูงมากและหาได้ทั่วไปในปัจจุบัน ทำให้การสร้างเครื่องสามารถหาอุปกรณ์ได้ในราคาถูก และได้ออกแบบให้ใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโดยทั่วไปคือ IBM PC/XT/AT หรือเครื่องที่ใช้แทนกันได้ ซึ่งจะทำให้สามารถเขียนโปรแกรม (program) ควบคุมและใช้งานระบบการเก็บภาพนี้ได้สะดวกยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	512x256 pixels digitizer using low accesstime memory devices
Name	Attasit Lasakul.
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Manus Sagnworasil.
Level of Study	Master of engineering in electrical engineering
Academic Year	1989

Abstract

Many years ago,keeping image to memory (or digitizer) was very slow and resolution was limited. One reson is that high speed analog to digital converter devices were very expensive and rare to find.

Nowaday,semiconductor technology is enhanced,high speed and high resolution ADC are aviable in some resonable or quite low cost. To construct a digitizer of 512 by 256 pixels/picture frame is possible.However another problem of using normal accesstime RAM with fast ADC should be solved by any particular ways.

This paper describes a hardware digitizer that preferably digitise the analogue video image into gray level at standard TV scanning rate by using a high speed ADC. Resolution of 512x256 pixels and 8 gray bits require a 128 Kbyte RAM capable of being written into at the rate of 512 bytes in a single TV active scan line of 51.2 uS or 100 nS per byte. As in pipeline processing,low speed memory can be employed if a number of bytes are first fed serially into shift registers and parallel loaded to memories at a lower rate when the registers are full.The prototype is accompleted on an IBM PC/XT/AT or compatible machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันการเปลี่ยนข้อมูลทางอนาล็อก (analog) ไปเป็นข้อมูลทางดิจิตอล (digital) ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการเปลี่ยนข้อมูลอนาล็อก ที่เป็นข้อมูลภาพ (image) ให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำมาคำนวณ หรือ การประมวลผลได้ ซึ่งมีการศึกษากันอย่างจริงจังในสาขาวิชาการประมวลผลภาพ (Image Processing) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เป็นต้นว่า การพัฒนาการมองเห็นของหุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม[1~4] การวิเคราะห์แยกแยะชนิดของสิ่งของหรือการจดจำลายมือเขียน[5] การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและอื่นๆอีกมาก แต่การเรียนรู้ในวิชาด้านนี้จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือที่มีความสามารถสูงและอีกหลายอย่างประกอบกัน เช่น คอมพิวเตอร์ที่มีความไวและหน่วยความจำมากๆ เครื่องเปลี่ยนสัญญาณภาพอนาล็อกที่มีความไวสูง เป็นต้น ซึ่งในสมัยก่อนนั้นจะมีใช้เฉพาะในหน่วยงานที่สำคัญเท่านั้นเพราะมีราคาแพงมาก และไม่แพร่หลายมีใช้กันน้อย ส่วนในปัจจุบันนี้เครื่องมือต่างๆ เช่น ไมโครคอมพิวเตอร์ก็ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถที่ทำงานในด้านความไวได้สูงขึ้นและหน่วยความจำก็มากขึ้นทั้งที่ราคาก็ถูกลงอยู่ในขอบเขตที่สามารถนำมาศึกษาด้านประมาลผลภาพได้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นการสร้างเครื่องเก็บภาพที่เป็นสัญญาณ อนาล็อก ให้ไปเป็นข้อมูลทางดิจิตอลและบันทึกลงหน่วยความจำเพื่อการประมวลผลต่างๆที่กล่าวมา ซึ่งก็เปรียบเสมือนส่วนแรกหรือ อินพุทแรก (fontend) ก่อนที่นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่างๆต่อไป ในการสร้างจะเน้นให้ราคาถูกโดยให้รายละเอียดของภาพมีค่าสูงขึ้นอุปกรณ์สามารถหาได้ทั่วไปและสามารถนำไปใช้ได้โดยง่าย จึงได้จัดให้เครื่องทำงานบนคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT,AT หรือที่ คอมแพตติเบิ้ล (compatible)

ในรายละเอียดจะได้กล่าวเป็นบทๆต่อไป ซึ่งในตอนท้ายจะเป็นการสรุปผลทดลองใช้งาน, ปัญหาและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

บทที่ 2 กล่าวถึงลักษณะของสัญญาณภาพและการแสดงภาพอย่างคร่าวๆ โดยจะแสดงเวลาที่สแกน (scan) ในแต่ละเส้นของภาพที่มอนิเตอร์และการแสดงผลภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละโหมด

บทที่ 3 กล่าวถึงการเก็บภาพทั้งในลักษณะเดิมที่เป็นขนาด 256x256 และตัวอย่างวงจรที่เขียนภาพเก็บในหน่วยความจำ จากนั้นเป็นการเก็บภาพขนาด 512x256 ที่มีลักษณะของการจัดวงจรต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไปเพราะจำนวนจุดเพิ่มขึ้น

บทที่ 4 กล่าวถึงรายละเอียดของการเก็บภาพขนาด 512x256 โดยจะได้แยกกล่าวไปเป็นส่วนๆ ตามบล็อกไดอะแกรม (block diagram)

บทที่ 5 กล่าวถึงการนำไปใช้งาน, ซอฟร์แวร์ที่ควบคุมการทำงานและการใช้งานซอฟร์แวร์หน้าที่ของฟังก์ชั่นต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในเมนู

บทที่ 6 สรุปถึงผลงานการวิจัยและปัญหาแนวทางการพัฒนาต่อไป

ภาคผนวก ก. โปรแกรมใช้งาน

ภาคผนวก ข. วงจรส่วนต่างๆของระบบเก็บภาพขนาด 512x256

<u>ขอบเขตของวิทยานิพนธ์</u>

เนื่องจากในการเก็บภาพเพื่อใช้ในการประมวลผลนั้น สิ่งที่ต้องการคือรายละเอียดของภาพที่มากที่สุดและความไวในการทำงาน ซึ่งเหล่านี้ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงและลำบากที่จะหามาใช้งาน ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นการสร้างต้นแบบส่วนอินพุทของภาพให้สามารถจะนำเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้บนเครื่องที่ใช้ทั่วไปและเพื่อการพัฒนาต่อไป จึงไม่ได้เน้นเรื่องของซอฟร์แวร์.

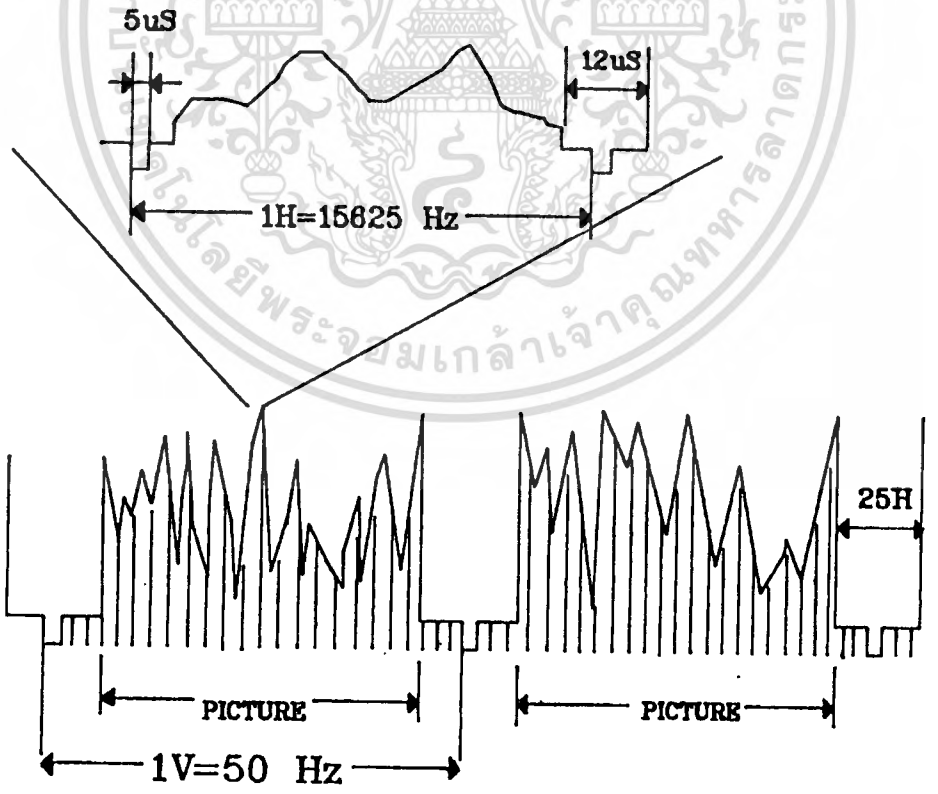
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สัญญาณภาพและการแสดงภาพ

ก่อนจะกล่าวถึงการเก็บภาพซึ่งเป็นการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก (analog) ให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล (digital) เก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของสัญญาณภาพที่จำเป็นก่อน ในบทนี้จะได้กล่าวถึงลักษณะของสัญญาณภาพที่ใช้ในประเทศซึ่งจะอ้างถึงสัญญาณโทรทัศน์ระบบ PAL(Phase Alternating Line System) ถึงแม้ในโครงงานที่ทดลองจะใช้สัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิด แต่ลักษณะทั่วไปจะเหมือนกัน

มาตฐานของสัญญาณภาพนั้นมีอยู่มากมาย แต่ละประเทศก็จะใช้แตกต่างกันไปตามแต่ว่าประเทศใดได้ใช้ระบบใดมาก่อน ระบบได้มีการพัฒนาต่อกันมาเรื่อยๆทำให้ประเทศที่พัฒนาตามมาได้ใช้ในระบบที่ต่างกันไป และในบ้านเราจะเป็นระบบ PAL ซึ่งจะมีคาบเวลาในแต่ละเส้นสแกนไลน์ (scan line) ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนอย่างคร่าวๆแสดงดังรูปที่ 2.1



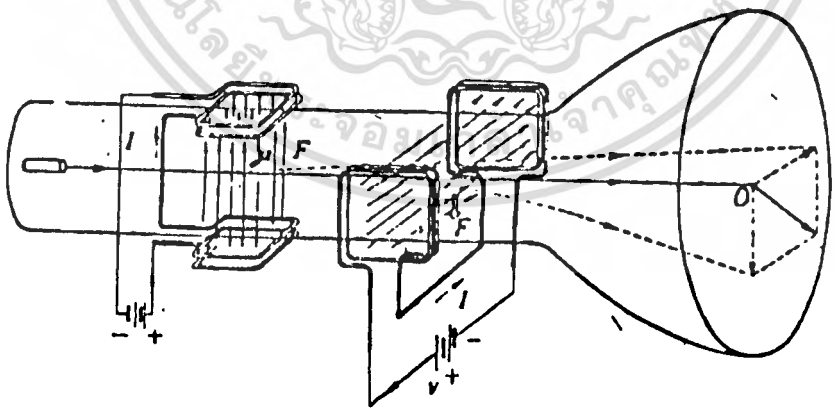
รูปที่ 2.1

แสดงเวลาในแต่ละเส้นสแกนไลน์ของทางแนวนอนและแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปที่ 2.1 จะเรียกว่า สัญญาณภาพรวม (composite video) คือในแต่ละเส้นสแกนไลน์ของทางแนวนอนก็จะประกอบด้วยสัญญาณ ซิงค์ (sync), แบลงค์กิ้ง (blanking) ของทางแนวนอน และในเส้นสแกน (scan line) ทางแนวตั้งก็จะมี ซิงค์ (sync), แบลงค์กิ้ง (blanking) ของทางแนวตั้ง (จริงๆแล้วในช่วงของเวอร์ติคัล แบลงค์กิ้ง (vertical blanking) นั้นในระบบ PAL จะมีสัญญาณอื่นๆอีก เช่น อีควอไลน์ซิ่ง พัลซ์ (equalizing pluse) เพราะจะมีการสแกน (scan) ของเส้นคู่และเส้นคี่ แต่ในวิทยานิพนธ์จะเก็บภาพเพียง 256 เส้นต่อภาพซึ่งในการสแกนในแต่ละครั้งจะมีจำนวนเส้นเพียงพอแก่การเก็บจึงไม่จำเป็นต้องแยกเส้นคู่และเส้นคี่) รวมกันมาทำให้สามารถนำสัญญาณออกไปสู่มอนิเตอร์ได้

สัญญาณภาพ ดังที่กล่าวในข้างต้นสามารถนำมาเข้าสู่ มอนิเตอร์ (monitor) ซึ่งจะนำมาแยกซิงค์ เพื่อไปควบคุมการสแกน ของภาพบนจอภาพก็จะได้ภาพตามลักษณะของสัญญาณภาพนั้น ซึ่งการสแกนของ มอนิเตอร์จะเป็นการกราด ลำอิเลคตรอน (electron beem) ที่ถูกเบี่ยงเบนด้วยสนามแม่เหล็ก (ในมอนิเตอร์จะเป็นการเบี่ยงเบนจากขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า)

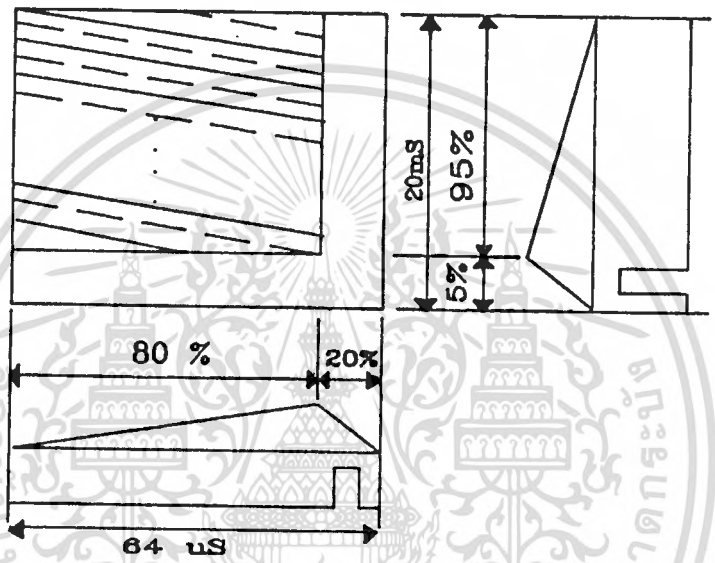


รูปที่ 2.2

การสแกน (scan) ของลำอิเลคตรอนเนื่องจากขดลวดสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้ำอิเลคตรอนที่ถูกเบี่ยงเบน จะวิ่งชนผนังที่ฉาบสารเรืองแสงไว้ทำให้จุดที่อิเลคตรอนวิ่งชนนี้เกิดเรืองแสงขึ้นได้ ซึ่งความสว่างของแต่ละที่ก็ขึ้นอยู่กับความสูงของระดับภาพที่ตรงจุดนั้นๆ เมื่อสแกนครบหนึ่งจอภาพก็จะเกิดเป็นภาพที่สมบูรณ์และจะสแกน เช่นนี้เรื่อยๆ ในระบบของ PAL จะมีการสแกนอยู่สองครั้งในการแสดงภาพ เรียกเป็น ฟิลด์ (field) เมื่อสแกน ครบสองฟิลด์ ก็จะได้ภาพสมบูรณ์หนึ่งแฟรม (frame) ทั้งนี้เพื่อลดการกระพริบของภาพโดยจะสแกน ฟิลด์คี่ก่อนและต่อมาก็เป็นฟิลด์คู่ตัง แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3

แสดงการสแกน (scan) ภาพเส้นคี่(เส้นหนา)และเส้นคู่(เส้นประ)ซึ่งประกอบเป็นหนึ่งภาพ

ในระบบ PAL จะมีการสแกน หนึ่งภาพ 625 เส้นโดยแบ่งเป็น ฟิลด์ๆ ละ 312.5 เส้นทั้งนี้รวมส่วน แบงค์กิ้ง ด้วยและเป็นการแสดงภาพที่เป็นอนาล็อกเพราะภาพจะมีระดับเทา (gray) ที่ต่อเนื่องตามสัญญาณภาพที่เข้ามา

การแสดงภาพในระบบไมโครคอมพิวเตอร์นั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 2 โหมด (mode) คือ

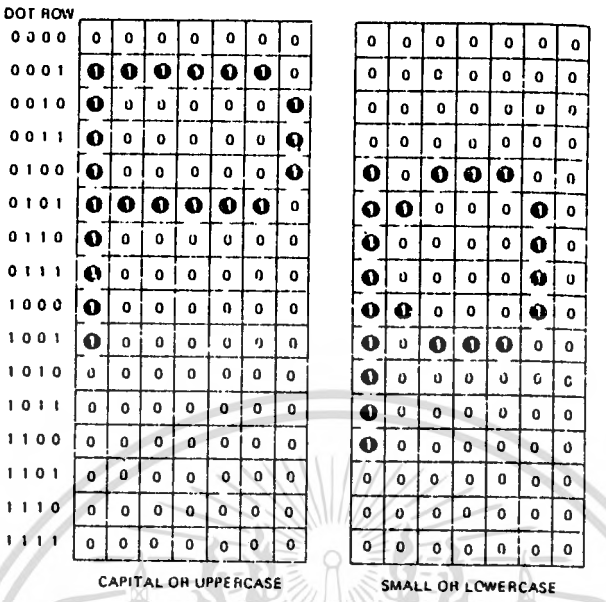
1 การแสดงผลแบบตัวอักษร (Text Mode)

2 การแสดงผลแบบรูปภาพ (Graphic Mode)

2.1 การแสดงผลแบบตัวอักษร (Text Mode) ภาพที่ได้จะมีลักษณะเป็นแบบแมทซ์ทริก (matrice) ของตัวอักษรที่ได้กำหนดไว้แล้วใน รอม(ROM:Read Only Memory) ซึ่งจะเรียกว่า คาแรกเตอร์เจนฯ

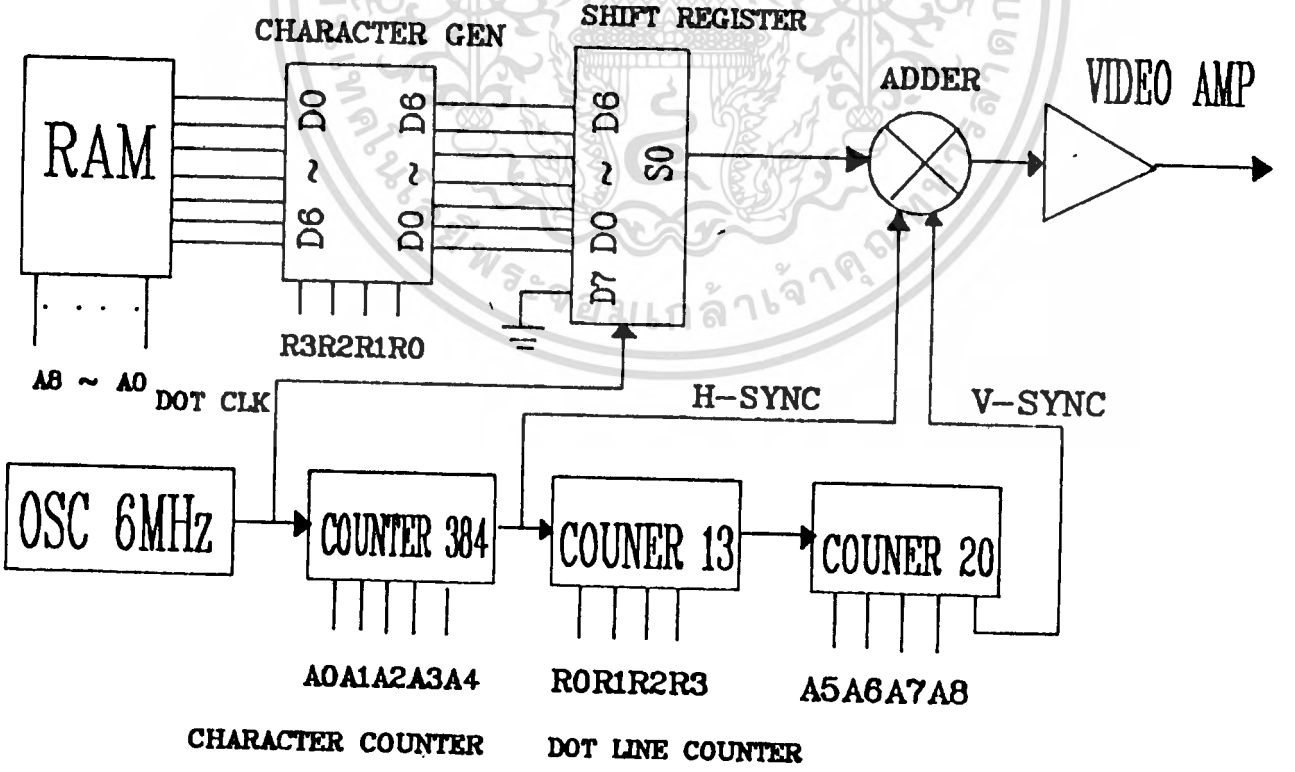
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(character generator) ซึ่งจะมีหลายขนาด เช่น 5x7,8x8,7x9 เป็นต้นดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4

แสดงถึงจุดของตัวอักษรที่โปรแกรมไว้ในตัวรอม (ROM) เป็นรูปแบบของตัวอักษร



รูปที่ 2.5

แสดงบล็อกไดอะแกรมตัวอย่างของการแสดงผลแบบตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

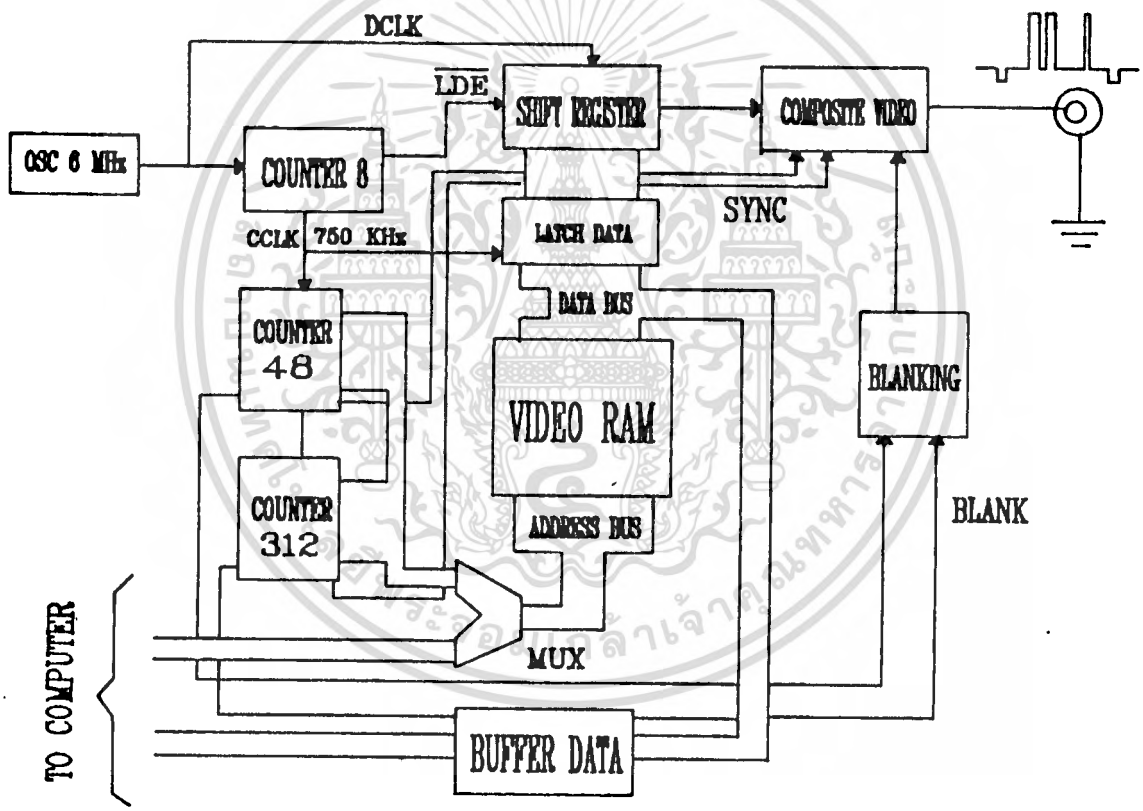
ส่วนตัวอย่างในรูปที่ 2.5 เป็นบล็อกไดอะแกรมของการแสดงผลแบบตัวอักษร ซึ่งคาเรกเตอร์เยนฯ เป็นไอซีสำเร็จเบอร์ MC6571 ที่สามารถให้จำนวนจุดแนวนอนได้สูงเป็น 7 จุดของแต่ละตัวอักษร ส่วนแนวตั้งสามารถจัดได้หลายขนาด

จากบล็อกไดอะแกรม รูปที่ 2.5 ความถี่จาก ออสซิลเลเตอร์ (oscillator) ขนาด 6 MHz ถูกนำไปเป็นสัญญาณ DOT CLOCK ให้กับไอซี ชิฟท์รีจีสเตอร์ (shift register) ในการเลื่อนข้อมูลของตัวอักษรที่ได้จากคาเรกเตอร์เยนฯ ออกสู่จอภาพในแต่ละแถว ความถี่ 6 MHz จะถูกนำมาหารด้วยบล็อกนับ 384 ได้แอดเดรสที่ A0~A4 ไปสู่วีดีโอแรม (video ram) เป็นการนับตัวอักษรทางแนวนอนแต่ละแถว จากนั้นนำมาหาร 13 ได้สัญญาณ แอดเดรส R0~R3 ไปสู่ คาเรกเตอร์เยนฯ เป็นการนับความสูงของตัวอักษร (ซึ่งในรูปเป็นขนาด13 แถวรวมช่องไฟ (space) ด้วย) จากนั้นนำมานับต่ออีก 20 เป็นการนับจำนวนแถวของการแสดงในแต่ละจอภาพของคอมพิวเตอร์ จะเห็นว่าตัวอักษรที่ต้องการที่อยู่ในคาเรกเตอร์เยนฯ จะถูกดึงออกมาใช้งานโดยการใส่ข้อมูลหรือ แอสกี้โค้ด (ASCII CODE) ไว้ในวีดีโอแรม ในตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งจะถูกสแกน อ่านเป็นระหัสไปสู่ตัว คาเรกเตอร์เยนฯได้ตัวอักษรที่ถูกต้องไปสู่ตัว ชิฟท์รีจีสเตอร์ และข้อมูลที่ถูก ชิฟท์ (shift) จะถูกนำไปรวมกับสัญญาณ ซิงค์ ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งเพื่อให้การสแกนของมอนิเตอร์ถูกต้องดังที่กล่าวมา แล้วผ่านวงจรขยายภาพ (video amplifier) ออกสู่ตัวมอนิเตอร์ต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากเราต้องการเขียนอักษรอะไรก็จะต้องรู้ระหัส (code) ของตัวเหล่านั้นจากนั้นก็เขียนลงสู่วีดีโอแรม ในตำแหน่งที่ต้องการ เราไม่สามารถที่จะเขียนรูปแบบอื่นได้นอกจากที่กำหนดไว้ใน คาเรกเตอร์เยนฯ แล้วเท่านั้น หรือจะอ้างถึงจุดภาพจุดเดียวในจอภาพก็ไม่สามารถทำได้

2.2 การแสดงผลแบบรูปภาพ(graphic mode) ในโหมดนี้จะจัดลักษณะของฮาร์ดแวร์ (hardware) ที่สามารถทำการอ้างถึงจุดภาพได้ทุกจุด เมื่อสามารถอ้างถึงจุดภาพได้ทุกจุดก็สามารถที่จะกำหนดรูปแบบของตัวอักษรได้มากมายซึ่งก็สามารถที่จะแสดงรูปภาพได้และหากมีจำนวนจุดภาพมากเท่าใดก็จะทำให้ได้ภาพที่ดีขึ้นเท่านั้น รูปลักษณะของบล็อกไดอะแกรมนั้นแสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าไม่มีส่วนของ คาเรกเตอร์เยนฯ อยู่เลย แต่จะมีส่วนของ หน่วยความจำวีดีโอแรม อยู่เช่นเดิม จากรูปตัวอย่างที่ 2.6 ความถี่ออสซิลเลเตอร์ ขนาด 6 MHz ถูกนำไปหาร 8 เพื่อทำเป็นสัญญาณการแลทช์ข้อมูล (ใช้ตัวย่อเป็น CCLK), สัญญาณการโหลดข้อมูลเข้าสู่ตัวชิฟท์รีจีสเตอร์ (ใช้ตัวย่อ LDE) เพราะตัว ชิฟท์จะเลื่อนข้อ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลไป 8 ครั้งด้วยความถี่ของการจุดภาพ (DCLK) จากนั้นก็จะโหลดข้อมูลเข้ามาใหม่เพื่อเลื่อนต่อเนื่องกันไป ข้อมูลที่ได้ออกมาจากตัว ชิฟท์รีจีสเตอร์ จะถูกนำไปรวมกันกับสัญญาณ ซิงค์ และ แบลงค์ ในภาครวมสัญญาณภาพ (composite) เพื่อไปสู่จอภาพต่อไป ในลักษณะนี้ วีดีโอแรม ถูกสแกน ผ่านข้อมูลออกสู่จอภาพซึ่งได้จากการนับ 48 และ 312 ผ่านตัวมัลติเพล็ก (multiplexer) เข้ามาที่ขาแอดเดรส (address) ของหน่วยความจำและพัลซ์ (pulse) ที่ได้ส่วนหนึ่งก็จะนำมาทำสัญญาณซิงค์ ให้กับภาครวมสัญญาณภาพ ซึ่งจะมีความถี่อยู่ในระบบ PAL คือสัญญาณ ซิงค์ในแนวนอนประมาณ 15625 Hz และสัญญาณซิงค์ ทางแนวตั้งประมาณ 50 Hz



รูปที่ 2.6

แสดงตัวอย่างของบล็อกไดอะแกรมของการแสดงภาพใน กราฟฟิกโหมด

ในส่วนของการอ้างแอดเดรสจากไมโครคอมพิวเตอร์มาที่วีดีโอแรมจะเป็นเสมือนการอ่านเขียนหน่วยความจำนี้เป็นการอ่านหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ โดยจะมีจังหวะการสแกนอ่านหน่วยความจำของวงจรนี้ และผ่านข้อมูลออกสู่จอภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่จะเขียนอ่านด้วยไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาที่หน่วยความจำวีดีโอแรม และให้แอดเดรสผ่านตัวมัลติเพล็ก (multiplexer) เข้ามาแทนที่วงจรนับ เมื่อเสร็จสิ้นการอ่านเขียนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว ก็จะกลับคืนหน่วยความจำให้วงจรนับทำการสแกน อ่านข้อมูลออกสู่จอภาพต่อไป

ที่กล่าวมานี้เป็นลักษณะของการแสดงภาพของคอมพิวเตอร์ซึ่งมี 2 โหมด และจะเห็นได้ว่าไม่ว่าในโหมดใดจะแสดงได้เพียง 2 ระดับคือ 1 และ 0 หรือ ขาวและดำเท่านั้น ซึ่งในการนำเสนอของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีลักษณะในการแสดงภาพเป็นแบบ กราฟฟิกโหมด (graphic mode) แต่จะสามารถแสดงระดับสีเทาในแต่ละจุดได้ซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่ดีขึ้นมาก และภาพที่นำแสดงก็เป็นภาพจริงที่ได้มาจากกล้องวงจรปิดหรือจากการจำลองของไมโครคอมพิวเตอร์ก็ได้ ซึ่งในบทต่อไปจะได้กล่าวถึงการเก็บภาพในลักษณะต่างๆเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

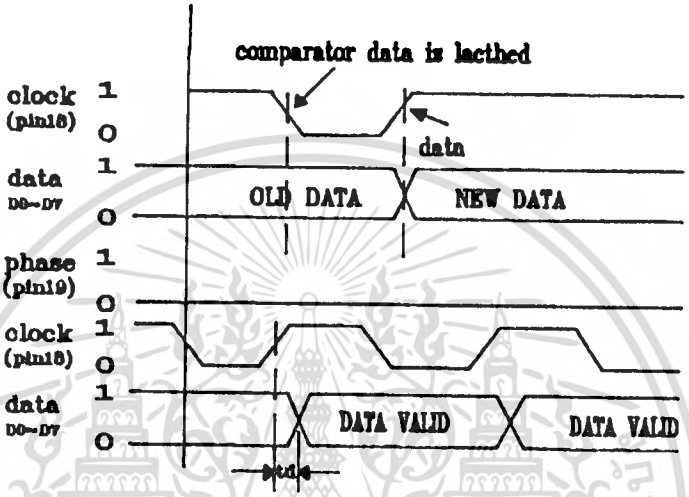
การเก็บภาพ

ในการเก็บภาพนั้นสัญญาณภาพจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางดิจิตอล (digital) เพื่อที่จะเก็บบันทึกลงสู่วีดีโอแรม (video ram) ได้ สัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิดหรือเครื่องรับส่งโทรทัศน์นั้นเวลาที่สแกน (scan) เสร็จสิ้นในแต่ละภาพนั้นจะมีเวลาสั้นมากแม้จะมีการสแกน 2 ฟิลด์ต่อภาพ (1 Frame) ก็ตาม เพราะต้องเก็บในแต่ละฟิลด์อยู่แล้วและในการสแกนแต่ละฟิลด์จะใช้เวลาเพียงประมาณ 20 มิลลิ-วินาที (miliseconds,mS) จะเห็นว่าเวลาน้อยมาก ทำให้เกิดปัญหามากในการเปลี่ยนสัญญาณภาพจากอนาล็อกให้ไปเป็น ดิจิตอล เพราะก่อนนี้ตัวไอซีสำเร็จรูปที่ทำหน้าที่นี้ยังไม่มีที่ทำงานที่ความถี่สูงได้หรือมีก็ราคาแพงมาก ทำให้การเก็บภาพด้วยความเร็วสูงนี้พัฒนาไปได้ช้า ยิ่งหากต้องการเก็บเป็นจำนวนจุดภาพที่มากขึ้นในหนึ่งภาพก็ยิ่งทำได้ยาก แต่ในปัจจุบันนี้อุปกรณ์ไอซีสำเร็จรูปเหล่านี้ได้มีออกมาบ้างแล้วเป็นพวก ซีมอส (CMOS Video Speed Flash Analog-to-Digital Converter) ซึ่งราคาถูกกว่าก่อนมาก ความละเอียดแบ่งตามจำนวน บิทที่ใช้ ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ขนาด 8 บิท เพื่อให้ได้ระดับของสัญญาณ 256 ระดับ ไอซีสำเร็จรูปนี้ ต่อไปจะขอเรียกว่า Flash A/D

รูปที่ 3.1
แสดงตัวอย่างของ Flash A/D ขนาด 8 บิทเบอร์ CA3018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี Flash A/D ที่ใช้นี้เป็นขนาด 8 บิทสามารถทำงานได้สูงสุดที่ความถี่ 15 MHz และจะให้ข้อมูลทางดิจิตอลออกมาทันทีเมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาให้กับตัว Flash A/D โดยการตั้งแรงดันอ้างอิงอย่างเหมาะสม ดังนั้นสามารถนำมาใช้งานได้กับการ สุ่มสัญญาน (sampling signal) ภาพ ในการสแกนแต่ละเส้น ไม่ว่าจะสุ่มสัญญาณมาใช้ด้วยขนาด 256 จุดต่อหนึ่งเส้นหรือเพิ่มเป็น 512 จุดต่อหนึ่งเส้นก็ตาม



รูปที่ 3.2

รูปแสดงช่วงของข้อมูลดิจิตอลที่ได้มาเมื่อมีการป้อนสัญญาณนาฬิกาให้ Flash A/D โดยเลือกให้ทำงานในโหมดที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลเร็วที่สุด

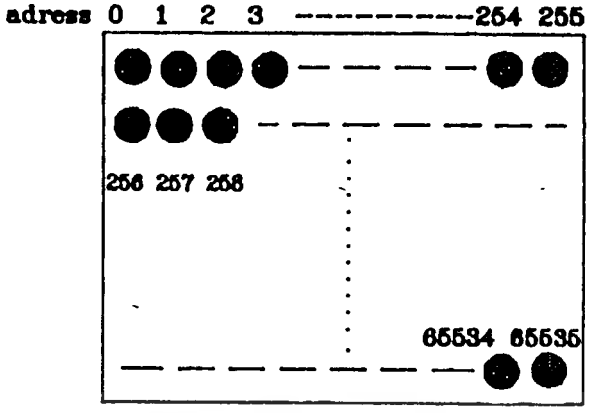
ต่อไปจะกล่าวถึงพอสังเขปถึงการเก็บภาพในขนาด 256x256 จุดต่อภาพ ซึ่งได้ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเพิ่มจำนวนจุดของการเก็บภาพและแสดงภาพ

3.1 ระบบเก็บภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพ

การเก็บภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพและในแต่ละจุดภาพจะมีระดับสีเทาได้ 256 ระดับ (ข้อมูลระดับเทาขนาด 8 บิท)นั้น ในการจัดวีดีโอแรมที่ใช้เก็บภาพเพื่อให้ง่ายและสะดวกที่สุด คือจัดให้มีการเก็บภาพแบบ แอดเดรส (address) วีดีโอแรมต่อเนื่องกันไปดังรูปที่ 3.3

เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมจัสตุรัส จุดแรกมุมบนซ้ายมือสุดคือแอดเดรสที่ 0 และนับไปทางขวามือไปจนถึงมุมขวาบนสุดเป็นแอดเดรสที่ 255 ในบรรทัดต่อมาเป็นแอดเดรสที่ 256 แล้วนับไปทางขวาต่อเนื่องไปเช่นนี้จนถึงมุมขวาล่างสุดเป็นแอดเดรสที่ 65535 ซึ่งจะต้องใช้วีดีโอแรมทั้งหมดเป็น 64 Kbytes

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



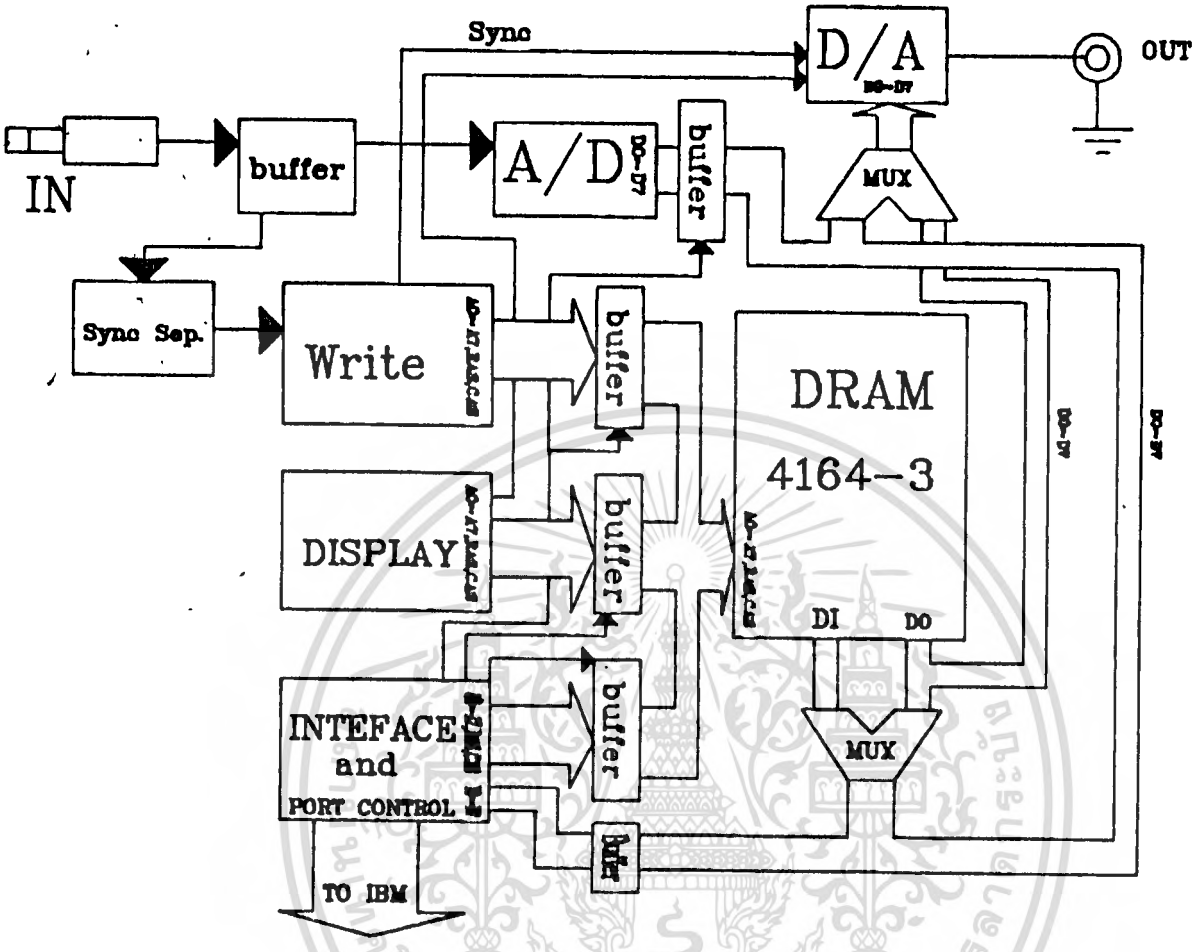
รูปที่ 3.3

การจัดหน่วยความจำวีดีโอแรมของระบบเก็บภาพ 256x256

ในลักษณะเช่นนี้ เราสามารถเขียนข้อมูลภาพที่ถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลดิจิตอล จากตัว Flash A/D. ได้ทันเวลาเนื่องจากใน 1 เส้นสแกนทางแนวนอนมีระยะเวลาประมาณ 64 ไมโครวินาที และระยะแสดงภาพที่ต้องเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางดิจิตอล จะมีประมาณ 80 เปอร์เซนต์ (percent) ของสัญญาณทั้งหมด ก็คือ 64 x 0.8 = 51.2 ไมโครวินาที ส่วนที่เหลือก็จะเป็นช่วงของ แบลงค์ (Blank) ไป ดังนั้นเมื่อต้องการเก็บภาพแต่ละเส้นด้วยจุดภาพ 256 จุดภาพก็จะมีเวลาในการเขียนภาพแต่ละจุดลงสู่หน่วยความจำเป็น 200 นาโนวินาที ((51.2 uS)/(256) = 200 nS) ก็สามารถที่จะทำวงจรนับเขียนภาพลงสู่วีดีโอแรมได้ทันในการ สแกนภาพ (scaning) ในแต่ละฟิลด์เนื่องจากค่าของแอดเซสไทม์ (access time) ซึ่งก็คือเวลาที่ใช้ในการอ่าน/เขียนหน่วยความจำให้เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์โดยทั่วไปแล้ว (ทั้งหน่วยความจำแบบสตาติก (static ram) และ ไดนามิกส์ (dynamic ram)) จะมีค่าประมาณ 200 นาโนวินาที

ในระบบเก็บภาพนั้น นอกจากภาพจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณ ดิจิตอล และเก็บลงสู่หน่วยความจำแล้ว ภาพที่เก็บนั้นยังต้องสามารถนำมาแสดงได้อีกและไมโครคอมพิวเตอร์ต้องสามารถใช้หน่วยความจำภาพนี้ได้อย่างสะดวกด้วย ดังนั้นวงจรส่วนที่จำเป็นจะต้องมี แสดงดังตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมของเครื่องเก็บภาพขนาด 256x256 ในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4

รูปแสดงไดอะแกรมระบบเครื่องเก็บภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพ

ในรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็นการเก็บภาพขนาด 256x256 ซึ่งจะขอกล่าวคร่าวๆถึงการทำงานของแต่ละบล็อกไดอะแกรมเนื่องจากในบทที่ 4 จะเป็นเรื่องของเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันและจะได้กล่าวละเอียดในบทนั้นอีกครั้ง แต่ในบทนี้จะเน้นถึงการจัดวีดีโอแรมและการเทียนภาพจากกล้องวงจรปิด (บล็อก write)

ในรูป 3.4 ส่วนของวีดีโอแรมจะถูกอ่านเขียนด้วย บล็อกอีก 3 บล็อกคือ บล็อก write, บล็อก display, และ บล็อก interface ซึ่งในแต่ละส่วนก็จะทำหน้าที่ดังนี้

ส่วนของบล็อก write จะทำหน้าที่ในการเขียนข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องผ่านตัว Flash A/D ลงสู่หน่วยความจำ โดยจะมีการควบคุมการเขียนในแต่ละ ฟิลด์โดยการแยกสัญญาณ ซิงค์ (sync) มาควบคุม

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก display ทำหน้าที่ในการสแกนอ่านข้อมูลภาพที่อยู่ใน หน่วยความจำ วีดีโอแรม ออกสู่มอนิเตอร์ (monitor) โดยผ่านวงจรเปลี่ยนสัญญาณ ดิจิตอล ไปเป็นสัญญาณแบบ อนาล็อก ก่อน และส่วนนี้ยังต้องทำสัญญาณ ซิงค์ ของตัวเองให้กับ มอนิเตอร์ ด้วย

บล็อก interface ทำหน้าที่ให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับวีดีโอแรมของเครื่องเก็บภาพได้ เพื่อสามารถนำข้อมูลภาพไปประมวลผล, เก็บไว้บนแผ่นข้อมูล เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าเครื่องทำงานใน 3 โหมดซึ่งแต่ละโหมดจะไม่ทำงานพร้อมกันโดยการควบคุมการทำงานในแต่ละโหมดจะมาจากส่วน interface นั่นคือ

โหมดเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด (write mode)

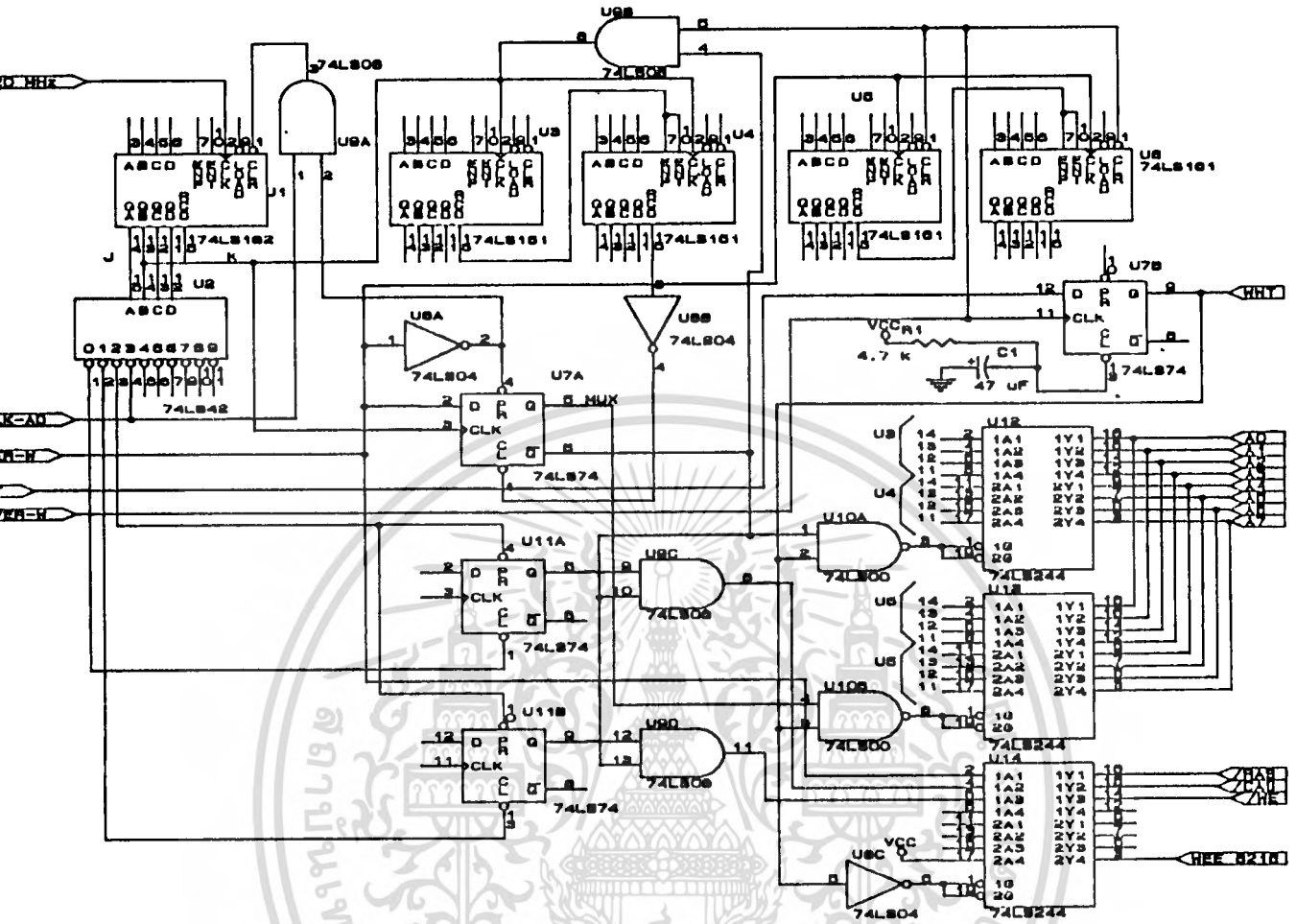
โหมดการแสดงผลภาพจากวีดีโอแรม (display mode)

โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface mode)

วีดีโอแรมที่ใช้เป็นตัวอย่างเป็นแบบ ไดนามิกส์แรม เบอร์ 4164-3 ซึ่งมีค่าคงแลตเซสไทม์เท่ากับ 150 นาโนวินาที ความจุสูงขนาด 64 Kbits ซึ่งมีขนาดเท่ากับขนาดที่ต้องการเก็บในแต่ละภาพพอดี เพียงแต่ต้องเพิ่มจำนวนเป็น 8 ตัว เนื่องจากว่าตัว Flash A/D มีขนาดความละเอียดของการแบ่งระดับสัญญาณ อนาล็อก ได้เป็น 8 บิท (bit) ซึ่งก็คือ 256 ระดับ จากบล็อกไดอะแกรม เราสามารถนำข้อมูลดิจิตอล จากตัว Flash A/D ผ่านตัวบัฟเฟอร์ (buffer) มาเข้าที่ ขาอินพุทของตัววีดีโอแรมได้โดยตรง ในโหมดของการเขียนภาพจากกล้องนี้ บัฟเฟอร์ ของบล็อก write เท่านั้นที่ทำงาน ฉะนั้นสัญญาณการเขียนภาพที่จะมาจากส่วนนี้ ต่อไปจะขอยกตัวอย่างของวงจรเฉพาะส่วนเขียนภาพขนาด 256x256 ที่ใช้งานจริง ที่ใช้เป็นแนวในการพัฒนาให้ระบบมีการเก็บภาพมีจุดมากขึ้น ซึ่งวงจรที่พัฒนาแล้วนั้นตัววงจรอาจต่างกันไปเนื่องจากลักษณะของการจัดวีดีโอแรม วงจรแสดงดังรูปที่ 3.5

เนื่องจากได้ใช้ไดนามิกส์แรม ฉะนั้นเมื่อจะทำการเขียนก็จะต้องทำสัญญาณ $\overline{RAS}$ (row address stobe), $\overline{CAS}$ (column address stobe), $\overline{WE}$ (write) ให้แก่วีดีโอแรม และในวงจรได้จัดให้เขียนหน่วยความจำในลักษณะ เพจโหมด (page mode) คือการอ้างแอดเดรสโดยการให้ $\overline{RAS}$ เพียงหนึ่งครั้งจากนั้นก็ให้ $\overline{CAS}$ ติดต่อกันไปในการอ้างแอดเดรสที่ต่อเนื่องกัน ในรูปที่ 3.5 อินพุท (input) ของส่วนนี้จะมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5

แสดงรูปวงจรส่วนเทียนภาพเข้าสู่วีดีโอแรมในระบบเก็บภาพขนาด 256x256

ความถี่สัญญาณนาฬิกาขนาด 20 MHz เป็นความถี่พื้นฐานที่นำมานับเพื่อทำสัญญาณต่างๆได้มาจากส่วนแสดงผลข้อมูลภาพ (display)

WT เป็นโลจิก (logic) ที่ได้จากการ เอ้าพุทพอร์ท (output port) เพื่อกำหนดโหมดของการเทียนภาพ โลจิกนี้ได้มาจากส่วน ติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface)

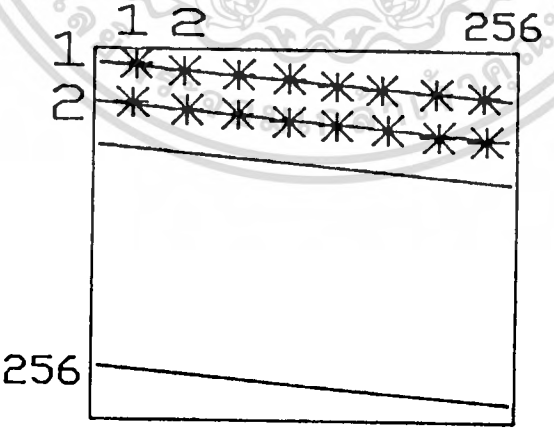
$\overline{\text{VER-W}}$ เป็นสัญญาณ ซิงค์ ทางแนวตั้งที่ได้จากส่วนวงจร แยกซิงค์ (sync seperator) ออกมาจากสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิด

HER-W เป็นสัญญาณ ซิงค์ ทางแนวนอนที่ได้จากส่วนของวงจร แยกซิงค์ เช่นกัน

ส่วนของเอ้าพุท (output) ที่ได้จะเป็นสัญญาณ แอดเดรส, $\overline{\text{RAS}}$, $\overline{\text{CAS}}$, $\overline{\text{WE}}$ ไปสู่วีดีโอแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

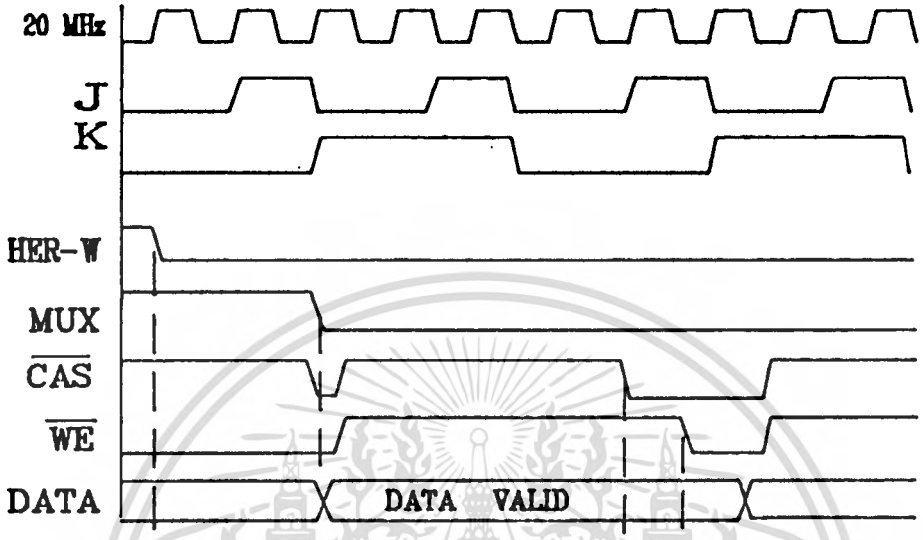
ส่วนสัญญาณ WWT,WEE8216 จะนำไปใช้ในการ อีนาเบิล (enable) บัฟเฟอร์ เพื่อตัดการทำงานส่วนที่ไม่ต้องการออก ในวงจรความถี่ 20 MHz จะถูกนำมาเป็นความถี่พื้นฐานในการทำสัญญาณต่างๆ โดย U1,U2 จะทำ พัลซ์ (pulse) มาทำการ พรีเซท (preset) และ เคลียร์ (clear) ให้กับ ฟลิอบฟลอบ (flip-flop) U11A, U11B เพื่อทำพัลซ์ $\overline{CAS}$, $\overline{WE}$ ออกที่บัฟเฟอร์ U14 ให้แก่วีดีโอแรม สัญญาณ HER-W จะถูกนำมาทำเป็นสัญญาณ $\overline{RAS}$ และถูกนับเป็นจำนวนเส้นสแกนทางแนวตั้งโดย U5, U6 ซึ่ง U5,U6 สามารถนับได้สูงสุด 256 หน่วย (256 เส้น) ส่งเป็นแอดเดรสทางแนวตั้งให้กับวีดีโอแรม ผ่านตัวบัฟเฟอร์ U13 ส่วน U3,U4 จะเป็นตัวนับแอดเดรสทางแนวนอน ให้กับ บัฟเฟอร์ U12 นั่นคือเมื่อมีการนับแอดเดรสทางแนวตั้ง 1 ครั้ง (ซึ่งคือนับสัญญาณ HER-W ด้วย U5,U6) ก็จะมีการนับแอดเดรสทางแนวนอนไป 256 ครั้ง (U3, U4) ในระหว่างนับแอดเดรสทางแนวนอนก็จะทำสัญญาณพัลซ์การเขียน WE ด้วย ดังนั้นเมื่อมีการนับ แอดเดรสทางแนวตั้งไปจนครบ 256 (นับ HER-W ได้ 256 เส้น) ก็จะเป็นการเขียนภาพได้เต็มวีดีโอแรม 1 ภาพ 64 Kbytes ดังรูปที่ 3.6 ลักษณะของไดอะแกรมเวลา (timing diagram) ของจุดที่สำคัญที่ควรทราบจากวงจรในรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นการทำสัญญาณการเขียนให้กับวีดีโอแรมแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6

แสดงการเก็บภาพเป็นจุดตามการนับเส้นสแกนไลน์ (scan line)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7

แสดงไดอะแกรมเวลาในจุดที่ทำสัญญาณการเขียนวีดีโอแรม

ส่วน U7B นั้นเป็น ฟลิอบฟลอบ ที่ใช้ในการกำหนดโหมดการทำงาน นั่นคือเมื่อมีการสั่งให้เครื่องทำงานในโหมดการเขียนภาพจากกล้อง (write mod) โลจิก WT ก็จะเป็น Hight และที่ขา CLK ของ U7B นำสัญญาณ $\overline{\text{VER-W}}$ มาใช้เป็น คล็อก (clock) ทริกที่ขอบขาขึ้น ดังนั้น WWT จะมีการอีนา-เบิล บัฟเฟอร์ต่างๆเมื่อเริ่มต้น ฟิลด์พอดี ช่วงนี้ก็จะมีการนับแอดเดรสเพื่อเขียนภาพไปที่วีดีโอแรม ต่อมาเมื่อมีการสั่งเปลี่ยนโหมดการทำงานเข้าสู่โหมดการแสดงภาพในวีดีโอแรม (display mode) ซึ่งผู้ใช้อาจสั่งเปลี่ยนโหมดการทำงานในขณะที่เครื่องยังเขียนภาพไม่เสร็จในแต่ละฟิลด์ก็ได้ นั่นคือ WT จะแอด-ดีฟเป็น LOW ก่อนแต่ U7B จะยังไม่ให้ โลจิก ศูนย์ ที่ WWT จะรอสัญญาณ $\overline{\text{VER-W}}$ ที่ขา CLK ก่อนจึงเปลี่ยนโหมดการทำงาน ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้ เต็มภาพ 256 เส้นครบ 1 ภาพ

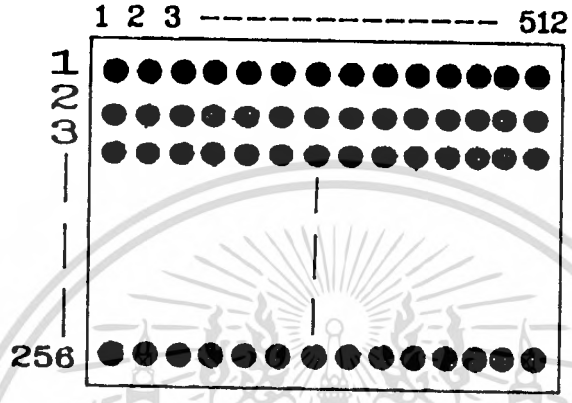
3.2 ระบบเก็บภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

ในหัวข้อที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าในการเก็บภาพนั้นสามารถนำข้อมูลภาพที่เป็น ดิจิตอล ที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14199

จากตัว Flash A/D นำมาเข้าสู่อินพุทของหน่วยความจำวีดีโอแรมได้เลย เพราะสามารถเขียนข้อมูลได้ทันในแต่ละครั้งของการสุ่มสัญญาณภาพ (สุ่มภาพในขนาด 256 จุดต่อเส้นจะใช้เวลาสุ่ม 200 นาโนวินาที)



รูปที่ 3.8

แสดงลักษณะของแบบภาพที่เก็บ

เมื่อจะทำการเพิ่มจำนวนจุดภาพในการสแกนแต่ละเส้นก็คือต้องเพิ่มการสุ่มในแต่ละเส้นสแกนไลน์ ดังรูปที่ 3.8 ดังนั้นเมื่อต้องการเพิ่มการสุ่มในแต่ละเส้นสแกนเป็น 512 จุดต่อเส้น เวลาสุ่มจึงต้องลดลงเป็น 2 เท่าหรือหาจากเวลาที่สแกนแต่ละเส้นทางแนวนอนซึ่งใช้เวลา 64 ไมโครวินาทีแต่จะแสดงภาพประมาณ 80 เปอร์เซนต์ ฉะนั้นเวลาแสดงภาพจริงเป็น 51.2 ไมโครวินาที และในแต่ละเส้นเราน้ำมาสุ่ม 512 จุดดังนั้นแต่ละจุดจึงต้องใช้เวลาสุ่มเป็น

(51.2)/(512) = 100 นาโนวินาที

จะใช้เป็นเวลาในการสุ่มสำหรับ A/D และเป็นเวลาที่ใช้เขียนสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมด้วย ซึ่งตัว Flash A/D เองทำงานทัน แต่หน่วยความจำโดยทั่วไปจะตอบสนองไม่ทัน (access time มากเกินไป) จึงจัดวงจรในลักษณะเดิมไม่ได้ วิธีการแก้ปัญหาก็คือ

ใช้หน่วยความจำที่มีความไวในการตอบสนอง (access time) มากขึ้น ซึ่งวิธีการนี้จะตรงที่สุด และทำให้จัดวงจรได้ง่าย แต่ว่านอกจากหน่วยความจำเหล่านี้จะมีราคาสูงแล้ว ยังยากต่อการจัดหามาด้วย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และภาพที่ต้องการเก็บในระบบ 512x256 นี้จะใช้หน่วยความจำถึง 128 Kbytes ต่อ 1 ภาพซึ่ง น่าจะเป็นการสิ้นเปลืองมาก

ใช้เทคนิคการเลื่อนข้อมูลแบบอนุกรมและเขียนแบบขนานเข้าสู่หน่วยความจำ วิธีนี้จะสามารถใช้หน่วยความจำที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด แต่จะต้องใช้แรมจำนวนมากตัวรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 128 Kbytes ซึ่งวิธีนี้จะประหยัดกว่า และในวิทยานิพนธ์ได้เลือกใช้วิธีนี้ ส่วนลักษณะของ บล็อกไดอะแกรมของเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256 จะมีลักษณะคล้ายกับที่กล่าวมาแล้วซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในบทที่ 4

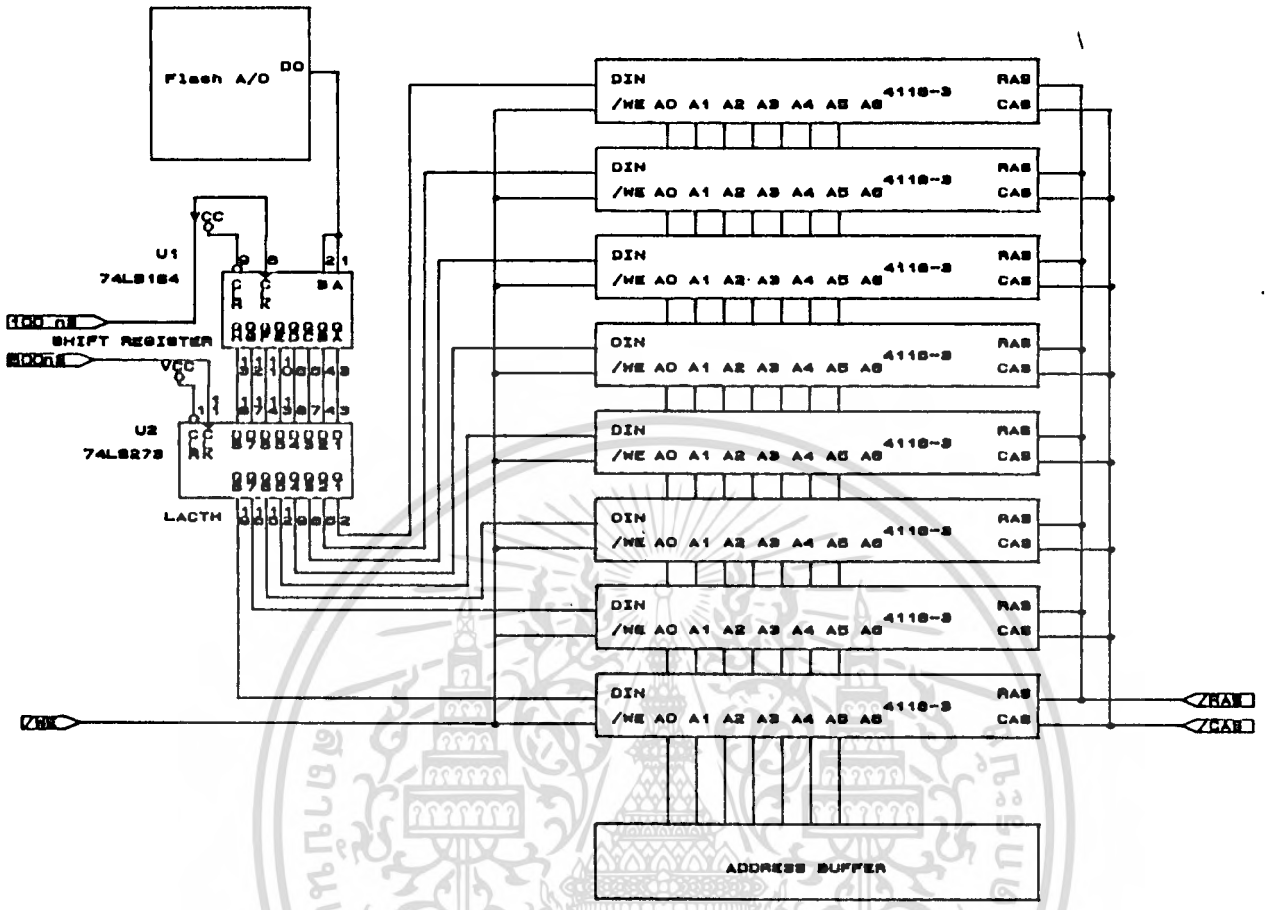
ฉะนั้นในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการจัดหน่วยความจำเพื่อให้สามารถเก็บภาพได้ ซึ่งตัวอย่างเป็นการใช้ ไดนามิกส์แรม เบอร์ 4116 จำนวน 8 ตัว เพราะแรมเบอร์นี้จะมีค่าความจุขนาด 16 Kbits (แต่ละตัวมีเพียง บิทเดียวมีค่าของแอดเซสไทม์ ประมาณ 200 นาโนวินาที) เมื่อใช้จำนวน 8 ตัวก็จะมีหน่วยความจำรวมเป็น 128 Kbits พอดี แต่จะเป็นการเก็บเพียงบิทเดียวเท่านั้นหากต้องการจำนวนบิทมากขึ้น ก็ทำลักษณะเดียวกันเพียงแต่ขนานกันไปเท่านั้น รูปวงจรแสดงเฉพาะเส้นทางของข้อมูลเข้าสู่ วีดีโอแรมแสดงดังรูปที่ 3.9

ในรูปที่ 3.9 ตัว Flash A/D จะใช้ความถี่สุ่มภาพขนาด 10 MHz (100 นาโนวินาที) จากนั้นนำมา ชิฟ ด้วยไอซี 74LS164 ซึ่งเป็น ไอซี นำข้อมูลเข้าแบบอนุกรมและนำข้อมูลออกแบบขนานขนาด 8 บิท ซึ่งความถี่ในการเลื่อนข้อมูลจะเท่ากับ 100 นาโนวินาที เช่นกันเพื่อให้ทันกับการสุ่มข้อมูลของตัว Flash A/D ข้อมูลจะถูกเลื่อนไป 8 ครั้งจากนั้นจะถูก แลทช์ (latch) ไว้ด้วย ไอซี 74LS273 ซึ่งจะทำการแลทช์ข้อมูลทุกครั้งที่มีการ เลื่อนข้อมูลไป 8 ครั้งเสมอ

จากนั้นก็ทำสัญญาณการเขียนคือ RAS, CAS, WE เพื่อเก็บข้อมูลไว้จะเก็บพร้อมกันทั้ง 8 ตัว นั่นคือข้อมูล 8 ตำแหน่งของจุดภาพจะถูกเก็บพร้อมกันการทำลักษณะเช่นนี้จะเห็นว่า แม้ตัวหน่วยความจำจะมีค่าของ แอดเซสไทม์มากเช่นประมาณ 200 นาโนวินาที ก็สามารถเขียนข้อมูลได้ทันเนื่องจากว่าข้อมูลจะถูกแลทช์ไว้ด้วยเวลานานเท่ากับการ เลื่อนข้อมูลของ 74LS164 คือ 800 นาโนวินาที ดังรูปที่ 3.10

ในการออกแบบใช้งานระบบเก็บภาพ 512x256 นั้นหากจัดวงจรในลักษณะรูปที่ 3.9 นั้นจะเห็นได้ว่า ยุ่งยากมากถึงแม้ว่าตัวหน่วยความจำแบบ ไดนามิกส์แรม เบอร์ 4116 จะมีราคาถูกมากเมื่อเทียบกับแรมชนิดอื่น และโอกาสที่ข้อมูลจะผิดพลาดก็มีน้อยเนื่องจากเวลาในการเขียนแต่ละครั้งมีค่าถึง 800 นาโนวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

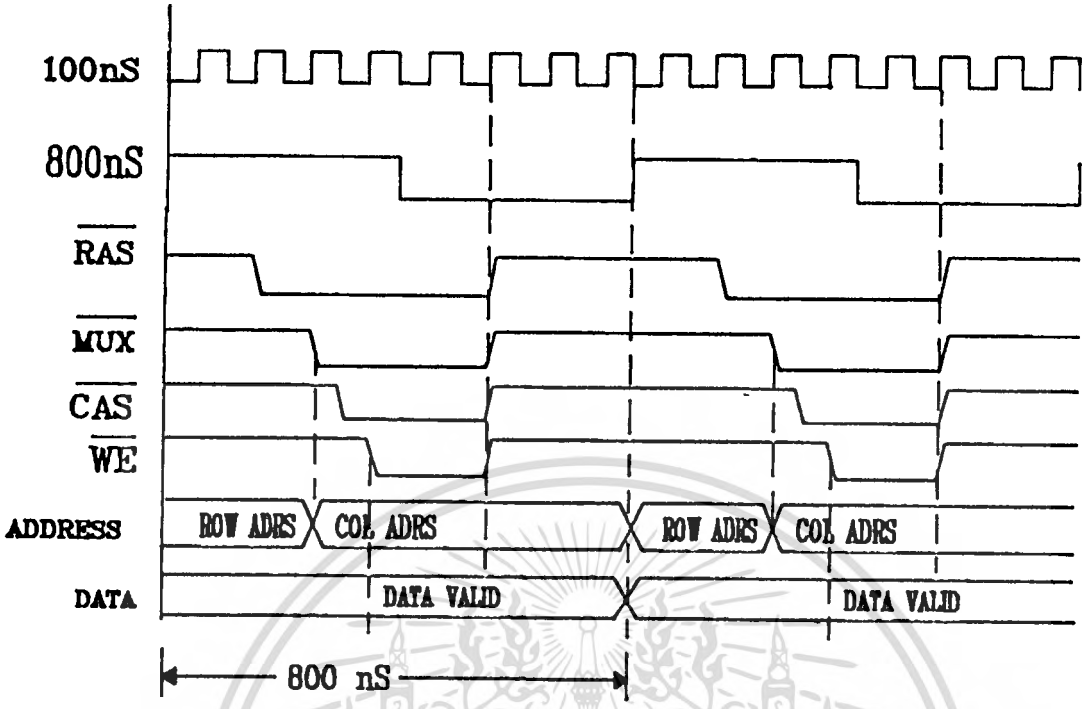


รูปที่ 3.9

รูปแสดงการเลื่อนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม

แต่ว่าข้อเสียก็มีมาก เช่นปัจจัยอื่นที่สามารถทำให้ข้อมูลเสียหายได้ก็มี เนื่องจากเครื่องทำงานที่ความถี่สูงและแรม 4116 นี้ก็ใช้ระบบไฟเลี้ยงที่หลายค่าและเมื่อต้องการเก็บข้อมูลขนาด 8 บิท เต็มที่เพื่อที่จะเก็บระดับให้ได้ 256 ระดับ ก็ต้องหาแรมมาเพิ่มอีกถึง 8 เท่า นั่นคือต้องใช้แรมทั้งหมดถึง 64 ตัว ทำให้อุปกรณ์มากขึ้นปัญหาเรื่องของสัญญาณ รบกวนต่างๆก็ย่อมมากตามด้วย และในการทำระบบเก็บภาพขนาด 512x256 นี้ส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรมจะถูกอ่านเที่ยนด้วย วงจรส่วนอื่นอีก เช่นเดียวกับการเก็บภาพในระบบ 256x256 ซึ่งจะต้องเพิ่มส่วนมัลติเพล็กและวงจรส่วนอื่นอีกมากทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงตามขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



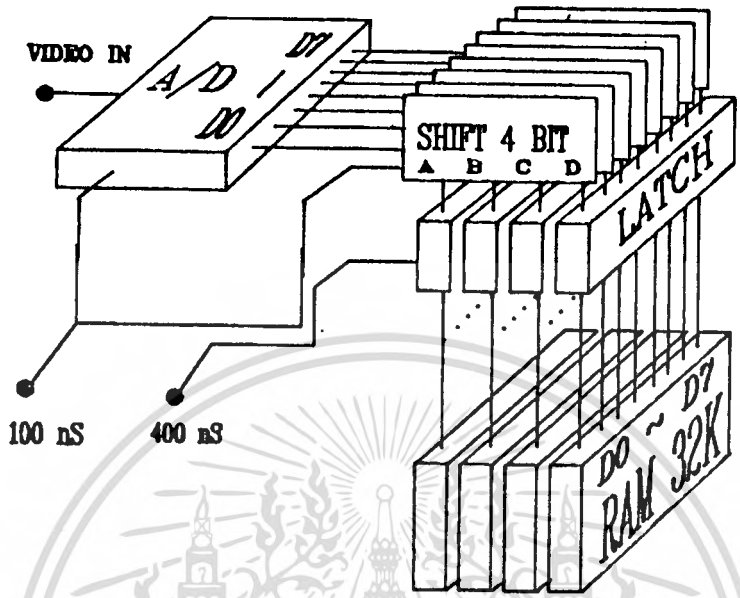
รูปที่ 3.10

แสดงไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูล

ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้จัดวงจรอีกแบบหนึ่งโดยนำหลักการเดิมที่กล่าวมานี้มาพัฒนาเพื่อให้ได้วงจรที่มีอุปกรณ์ให้น้อยที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและสามารถเก็บภาพได้ตามกำหนดเติมทุกอย่าง

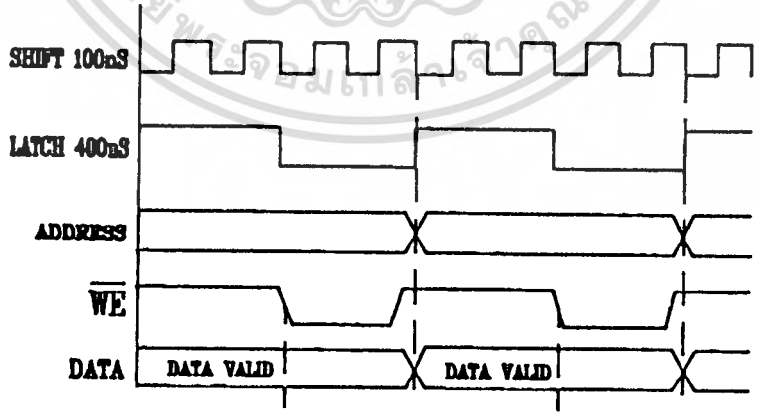
ในการเก็บภาพต้องใช้หน่วยความจำ 128 Kbytes และหากจะลดจำนวนของ หน่วยความจำวีดีโอแรมลงวิธีที่ประหยัดที่สุดคือลดในลักษณะหารสองเพราะจะทำให้ไม่ยุ่งยากในการจัดวงจรเขียนข้อมูลภาพในวงจรในรูปที่ 3.9 ใช้ไดนามิกส์แรมและเวลาการเขียนเป็น 800 นาโนวินาที หากลดเวลาลงมาเป็น 400 นาโนวินาที แรมทั่วไปก็ยังคงทำงานได้ (เพราะเกินค่า แอดเซสไทม์ ของหน่วยความจำ) และหากสามารถเปลี่ยนมาใช้หน่วยความจำวีดีโอแรมเป็นแบบ สตาติกส์ ได้ก็จะเป็นการดีเพราะการใช้งาน สตาติกส์นั้นมีความยุ่งยากน้อยกว่าการใช้งานไดนามิกส์แรมในการที่ไม่ต้อง มัลติเพล็กแอดเดรส (row และ column) ในวิทยานิพนธ์จึงเลือกใช้ สตาติกส์แรม เบอร์ 62256 ซึ่งมีค่าของ แอดเซสไทม์เป็น 150 นาโนวินาทีและมีค่าความจุต่อตัวเป็น 32 Kbytes แม้ราคาต่อตัวจะสูงแต่ใช้เพียง 4 ตัวเท่านั้นทั้งยังหาได้โดยทั่วไป ลักษณะของการจัดวงจรจะเป็นไปตามลักษณะบล็อกดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11

แสดงบล็อกของการจัดวงจรเลื่อนข้อมูลเข้าสู่วีดีโอแรม



รูปที่ 3.12

แสดงไดอะแกรมเวลาที่เขียนข้อมูลเข้าวีดีโอแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของการเขียนข้อมูลเข้าวีดีโอแรมก็มีลักษณะคล้ายกับรูปที่ 3.10 เพียงแต่เวลาจะลดลงครึ่งหนึ่งและไม่ต้องทำสัญญาณการ แลทช์แอดเดรสทางแนวนอนและแนวตั้งอย่างของไดนามิกส์แรม ทำให้จัดวงจรได้ง่ายขึ้น

การใช้หน่วยความจำเพียง 4 ตัวทำให้ลดอุปกรณ์ส่วนอื่นไปด้วย และสามารถลงอุปกรณ์บนแผ่นอินเตอร์เฟสการ์ดของเครื่อง IBM PC ได้ทำให้สะดวกเมื่อใช้งานโดยใช้เสียบลงสล็อต (slot) เป็นออปชั่น (option) เหมือนการ์ดอื่นของ IBM PC ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ลีกอย่างหนึ่ง

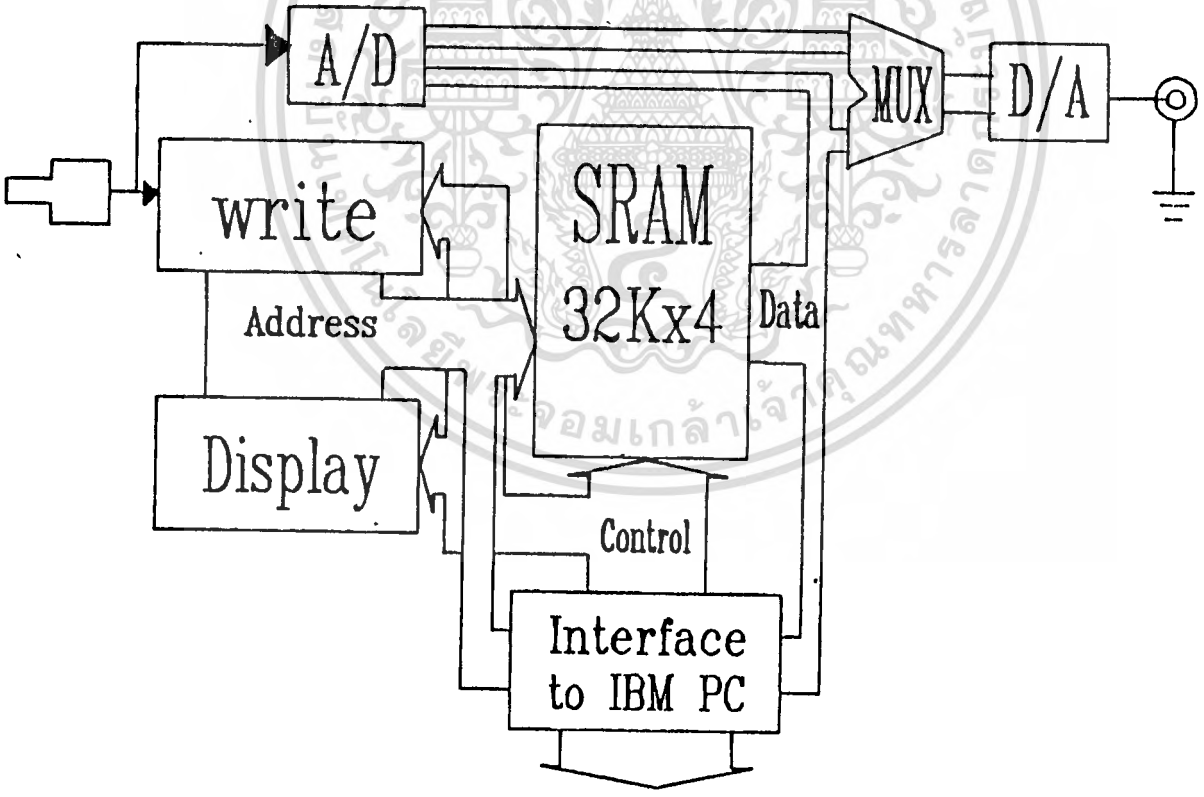
ในบทต่อไปจะกล่าวถึงเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256 โดยละเอียด ซึ่งนำเอาหลักการที่กล่าวมาไปใช้ โดยแบ่งย่อยเป็นหัวข้อตามบล็อกไดอะแกรมของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

รายละเอียดของการเก็บภาพขนาด 512x256

ดังที่ได้กล่าวมาในบทที่แล้วว่าเครื่องเก็บภาพในระบบ 256x256 กับระบบ 512x256 นั้นจะมีลักษณะคล้ายกันเกือบนอกจากจะสามารถเขียนภาพด้วยความเร็วสูงลงเก็บไว้ในหน่วยความจำแล้วตัวเครื่องยังต้องสามารถที่จะนำเอาข้อมูลภาพนั้นมาแก้ไขหรือเก็บไว้บนแผ่นข้อมูล (disket) ได้ นั่นหมายความว่าต้องมีการติดต่อระหว่างหน่วยความจำภาพ หรือ วีดีโอแรม (video ram) กับไมโครคอมพิวเตอร์ (microcomputer) ดังนั้นจึงต้องมีการมัลติเพล็ก (multiplex) กันในการติดต่อกับวีดีโอแรมระหว่างวงจรนับของเครื่องและตัวไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งบล็อกไดอะแกรม (block diagram) ของเครื่องเก็บภาพในขนาด 512x256 แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1

แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องเก็บภาพขนาด 512x256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 4.1 จะได้แยกกล่าวถึงการทำงานเป็นส่วนๆไปดังนี้:

1 **ส่วนของการอ่านข้อมูลภาพจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ (monitor)** หรือที่ในบล็อกไดอะแกรมเขียนชื่อเป็น Display

2 **ส่วนของการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิดลงสู่หน่วยความจำภาพวีดีโอแรม** หรือที่ในบล็อกไดอะแกรมเขียนชื่อเป็น Write

3 **ส่วนของหน่วยความจำภาพ วีดีโอแรม** ในล็อกไดอะแกรมเขียนชื่อเป็น SRAM 32Kx4

4 **ส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์** หรือในบล็อกไดอะแกรมจะเขียนเป็น Interface to IBM PC

5 **ส่วนของการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก (analog) เป็นดิจิตอล (digital) และส่วนเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลไปเป็นสัญญาณแบบ อนาล็อก** ที่เขียนย่อเป็น A/D และ D/A

โดยจะกล่าวลักษณะอ้างอิงวงจรและไดอะแกรมเวลา ส่วนวงจรโดยสมบูรณ์นั้นจะรวมไว้ในภาคผนวกท้ายเล่ม

4.1 ส่วนของการอ่านข้อมูลภาพจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการให้ แอดเดรส (address) ของวีดีโอแรมเพื่อสแกน (scan) ข้อมูลอะไรก็ตามที่อยู่ในวีดีโอแรมออกไปสู่มอนิเตอร์ นั่นหมายความว่าส่วนนี้ก็จะต้องทำสัญญาณ ซิงค์ (sync) ออกไปให้ภาครวมสัญญาณภาพหรือส่วนของ D/A เพื่อรวมกับข้อมูลที่สแกนอ่านออกมาให้ถูกช่วงของสัญญาณอย่างเหมาะสม วงจรที่ใช้อธิบายส่วนนี้แสดงดังรูปที่ 4.1.1 ในรูป 4.1.1 สิ่งที่ต้องทำในส่วนนี้ก็คือ:

สัญญาณการสแกนนับแอดเดรสของหน่วยความจำภาพจะใช้ชื่อเป็น MA0~MA14 (สามารถทำการอ้างแอดเดรสได้ 32K)

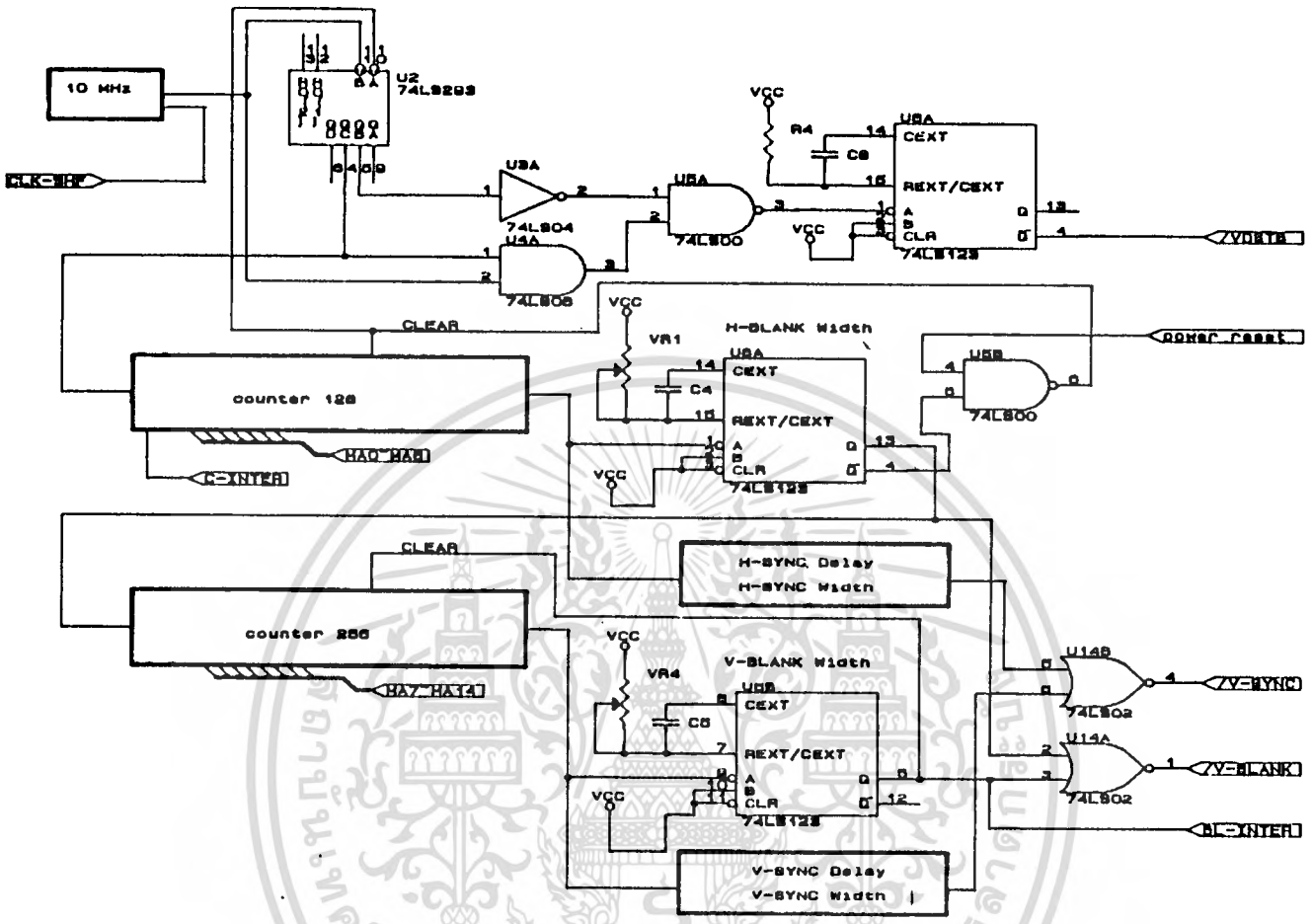
สัญญาณ ซิงค์ และแบลงค์ ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งใช้อักษรย่อเป็น V-SYNC, V-BLANK ตามลำดับ

สัญญาณ ที่ใช้ในการ สโตป (stobe) ข้อมูลจากหน่วยความจำภาพเข้าสู่ตัวชิฟรีจีเตอร์ (U5~U12 ใน Sheet 7) เพื่อเลื่อนข้อมูลออกสู่ส่วน D/A ใช้ตัวอักษรย่อเป็น VDSTB (video stobe)

ความถี่พื้นฐานเพื่อนำไปทำสัญญาณให้กับระบบเป็นขนาดความถี่ 10 MHz ซึ่งเท่ากับความถี่ในการจุดภาพแต่ละจุด ,U2 (74LS293) เป็นไอซีใช้นับ คล็อก (clock) จะให้ เอ้าพุท(output) ออกมาเป็น 4 บิท (bit)ในลักษณะหารสองสามารถเลือกแบบการนับได้หลายแบบ ซึ่งในระบบจะใช้เบอร์นี้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนับทั้งหมด



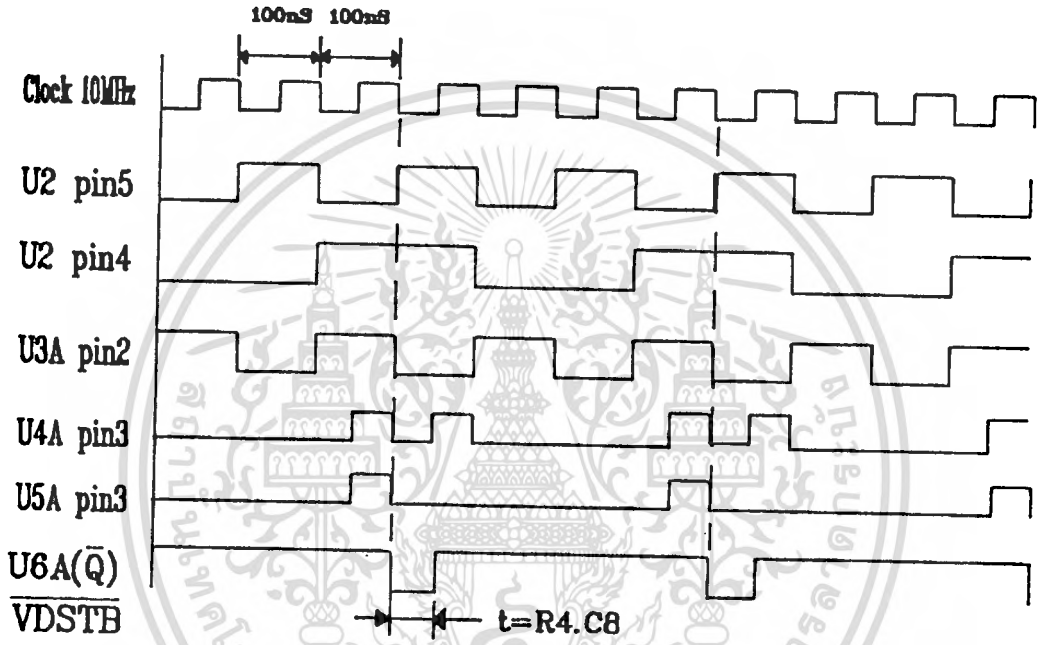
รูปที่ 4.1.1

แสดงวงจรที่ใช้อธิบายส่วนของการอ่านข้อมูลภาพหน่วยความจำ

สัญญาณการ สโตปข้อมูล $\overline{VDSTB}$ จะเป็นพัลส์ที่เกิดขึ้นทุกครั้งเมื่อมีการเลื่อนข้อมูลออกไป 4 จุด ซึ่งทำได้โดยการ ดีเทค (detect) จากสัญญาณการนับจาก U2 ด้วยเกท (gate) U3A,U4A,U5A จะได้เป็นพัลส์ออกมาทริก (trige) ที่ไอซีโมโนสเตเบิ้ล (monostable) U6A ซึ่งสามารถจัดความกว้างของพัลส์ที่เอ้าพุทได้ โดยนำไปใช้งานจากขา 4 ($\overline{Q}$) รูปไทม์มิ่งไดอะแกรม (timing diagram) ที่แสดงถึงการดีเทคสร้างสัญญาณ $\overline{VDSTB}$ แสดงเปรียบเทียบเป็นลำดับดังรูปที่ 4.1.2 สัญญาแท่ที่ถูกหารสี่จาก U2 จะถูกนำมานับต่อที่วงจรนับ 128 เพื่อเป็นแอดเดรสทางแนวนอนในแต่ละเส้น เนื่องจากว่าการนับในแต่ละครั้งหมายถึงการเลื่อนข้อมูลออกไปสู่จอภาพ 4 จุด ฉะนั้นเมื่อมีการนับไป 128 ครั้งก็จะเป็นการเลื่อนข้อมูลครบ 512 จุดในหนึ่งเส้น เอ้าพุทของวงจรนับนี้จะเป็น MA0~MA6 ไปสู่วีดีโอแรม และที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ้าพุทของวงจรนับ 128 บิทสุดท้าย (MA6) จะนำมาเข้าที่ U8A ซึ่งเป็นโมโนสเตเบิ้ลทำหน้าที่เป็น ฮอร์แบลงค์วิทช์ (H-blank width) ของการสแกนทางแนวนอนและสัญญาณนี้ยังนำมาเป็นสัญญาณการรี-เซต (reset) วงจรนับ 128 ในช่วงแบลงค์เพื่อให้ทำการนับเฉพาะช่วงที่ไม่มีสัญญาณ แบลงค์ ในทางปฏิบัติจะกำหนดช่วงพัลส์ของการรีเซตโดยการปรับที่ VR1 โดยจะปรับให้ได้ระยะห่างของแต่ละพัลส์ประมาณ 64 ไมโครวินาที ดังแสดงในรูปที่ 4.1.3 ที่วัดจากเครื่องโลจิกอนาไลเซอร์ (logic analizer)

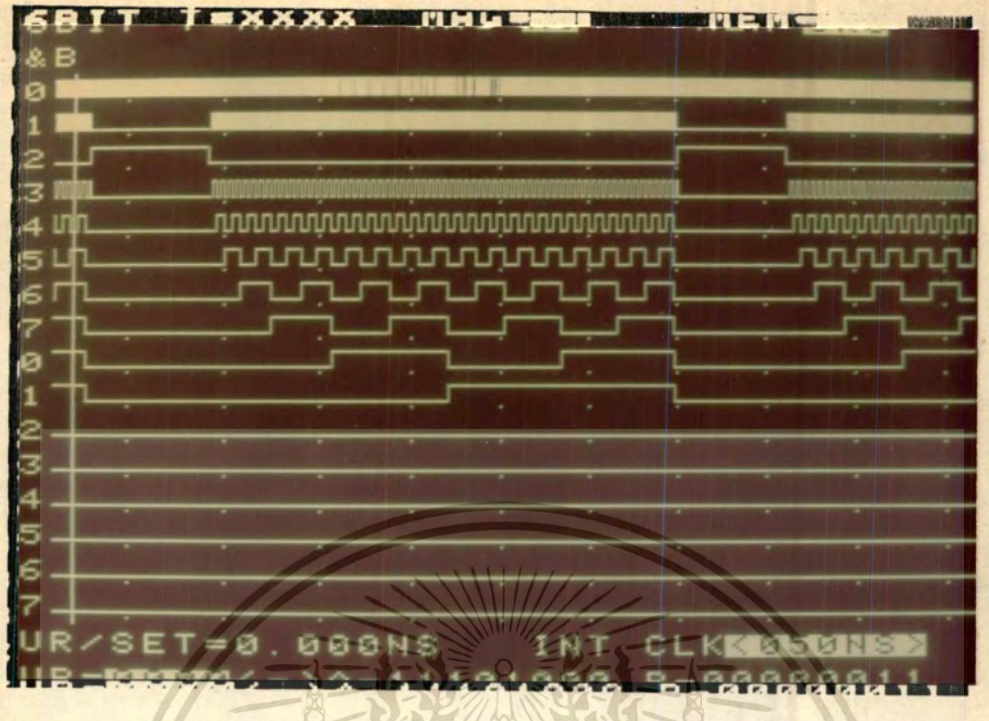


รูปที่ 4.1.2

รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของทำสัญญาณ สโตปข้อมูล $\overline{VDSTB}$

อนึ่ง ในการเริ่มต้นการทำงานนั้นเครื่องจะถูกเซตให้ทำงานในโหมดของการแสดงผลก่อนคือส่วน display จะทำงานและเพื่อให้ทุกอย่างเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงได้ทำการเคลียร์วงจรนับทุกตัวก่อนด้วยวงจร เพาเวอร์ออนรีเซตด้วย U1E,U1F,R1,C1 มาที่ U5B แนนเกท (nand gate), ที่เอ้าพุทของวงจรนับ 128 บิทสุดท้ายนอกจากจะนำไปทำ ฮอร์แบลงค์วิทช์แล้วยังนำไปทำเป็นสัญญาณ ซิงค์ ในทางแนวนอนด้วยโดยจัดวงจรเป็น ฮอร์ซิงค์ดีเลย์ (H-sync delay) ก่อนจากนั้นก็เป็น ฮอร์ซิงค์วิทช์ (H-sync width) แล้วจึงนำไปรวมกับ สัญญาณ เวอร์ติคัลซิงค์ (vertical sync) ที่ U14B ไปสู่

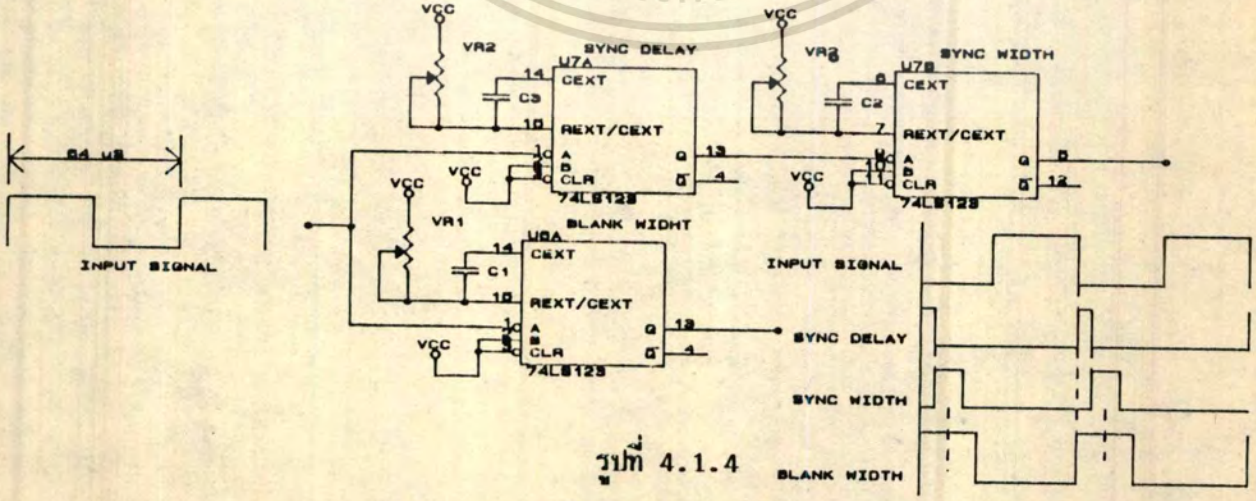
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.3

แสดงไดอะแกรมของการรีเซตวงจรนับ 128 เพื่อให้นับในช่วงไม่มีแบลงค์และแสดงเวลาของพัลซ์รีเซตที่ปรับแต่งแล้วจะเห็นว่าประมาณคาบเวลาของการสแกนทางแนวนอนคือ 64 ไมโครวินาที (ภาพจากเครื่องโลจิกอนาไลเซอร์โดยตั้งเครื่องให้สุ่มด้วยเวลา 50 นาโนวินาที)

ช่องสัญญาณ 0 แสดงความถี่ 10 MHz ที่ผลิตด้วยคริสตอล ,ช่องสัญญาณ 1 ความถี่ 10 MHz ถูกหาร 4 มาเป็นอินพุทวงจรนับ 128 ,ช่องสัญญาณ 2 พัลซ์รีเซทวงจรนับ 128 ในแต่ละเส้นสแกนทางแนวนอน และช่องสัญญาณ 3-7 และ 0,1 ในช่วงล่าง เป็นการนับแอดเดรสของวงจรนับ 128



รูปที่ 4.1.4

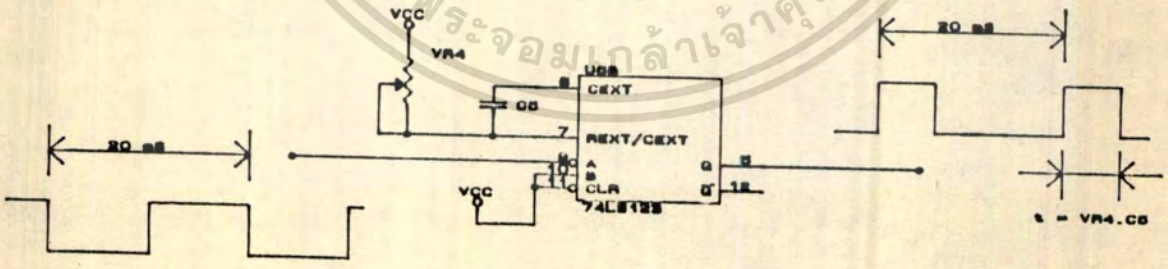
แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ลที่ใช้ทำฮอร์ซิงค์ดีเลย์และฮอร์ซิงค์วิดท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาครวมสัญญาณต่อไป โดยลักษณะของวงจรฮอร์ชิงค์ดีเลย์และฮอร์ชิงค์วิทช์นั้นก็สามารถทำได้จากวงจรโมโนสเตเบิ้ลไอซีเบอร์ 74LS123 ซึ่งภายในจะมีสองตัวอยู่แล้ววงจรดังรูปที่ 4.1.4

โดยโมโนสเตเบิ้ลของตัวแรกจะกำหนดตำแหน่งของฮอร์ชิงค์พัลซ์ในช่วงของแบลงค์กำหนดโดย VR2 ส่วนความกว้างของพัลซ์จะกำหนดที่ VR3 ที่ทำวงจรในลักษณะนี้เพราะว่าจะได้สามารถปรับให้ได้ตำแหน่งของภาพที่ดีที่สุดสำหรับมอนิเตอร์ เพราะภาพที่ปรากฏบนจอของมอนิเตอร์อาจไปอยู่ชิดจอข้างใดข้างหนึ่งมากไปการปรับตำแหน่งของชิงค์จะช่วยได้มาก

ในการนับแอดเดรสของวีดีโอแรมทางแนวตั้งนั้นจะนำสัญญาณจาก ฮอร์แบลงค์วิทช์มานับต่อด้วยวงจรนับ 256 (counter 256) ซึ่งก็เป็นการนับเส้นสแกนทางแนวนอนไป 256 เส้น (ภาพที่เก็บเป็น 256 เส้นต่อภาพ) ได้เอ้าพุทวงจรนับเป็นแอดเดรสเส้น MA7~MA14 ไปสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม และเช่นเดียวกันกับวงจรนับ 128 ที่ได้กล่าวมาบิทสุดท้ายของการนับถูกนำมาทำสัญญาณ เวอร์แบลงค์วิทช์ (V-blank width) ด้วยไอซีโมโนสเตเบิ้ล U8B แต่ค่าของ เวลาคงที่ (time constant) ของ U8B จะมากกว่าเนื่องจากความถี่ต่ำลงเวลาการหน่วงจะมากขึ้นเอ้าพุทที่ได้จะนำไป รีเซตวงจรนับ 256 และนำไปรวมกับ สัญญาณแบลงค์ทางแนวนอนที่ U14A ในการรีเซตวงจรนับก็เพื่อปรับให้วงจรนับได้นับในช่วงเวลาที่ไม่มีสัญญาณแบลงค์ในแนวตั้ง ซึ่งปรับได้ที่ VR4 โดยจะได้ช่วงพัลซ์ที่ต่อเนื่องห่างกันประมาณ 20 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 4.1.5



รูปที่ 4.1.5

แสดงถึงเอ้าพุทพัลซ์ของ V-blank width ที่นำไปรีเซตวงจรนับ 256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตุว่าวงจรนับ 256 จะนับครบ 256 ทุกครั้งแต่จะเว้นช่วงการนับนานเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับการตั้งพัลซ์ที่จะมารีเซตซึ่งต้องสำพันธ์กับเวลาของการสแกนทางแนวตั้งที่ใช้ด้วยคืออยู่ในช่วงประมาณ 20 มิลลิวินาที ส่วนในรูปที่ 4.1.6 จะแสดงถึงสัญญาณการนับแอดเดรสทางแนวตั้งและช่วงที่ถูกรีเซตไป

รูปที่ 4.1.6

แสดงถึงแอดเดรสที่นับโดยวงจรนับ 256 ที่ถูกรีเซตช่วงแบลงค์ ในช่องสัญญาณที่ 1 คือพัลซ์รีเซททางแนวตั้งที่นำมารีเซทวงจรนับ 256 แสดงในช่องที่ 0,2-7 และช่องที่ 0 ในช่องล่างสุด (โลจิกตั้งเวลาสุ่มที่ 20 ไมโครวินาที)

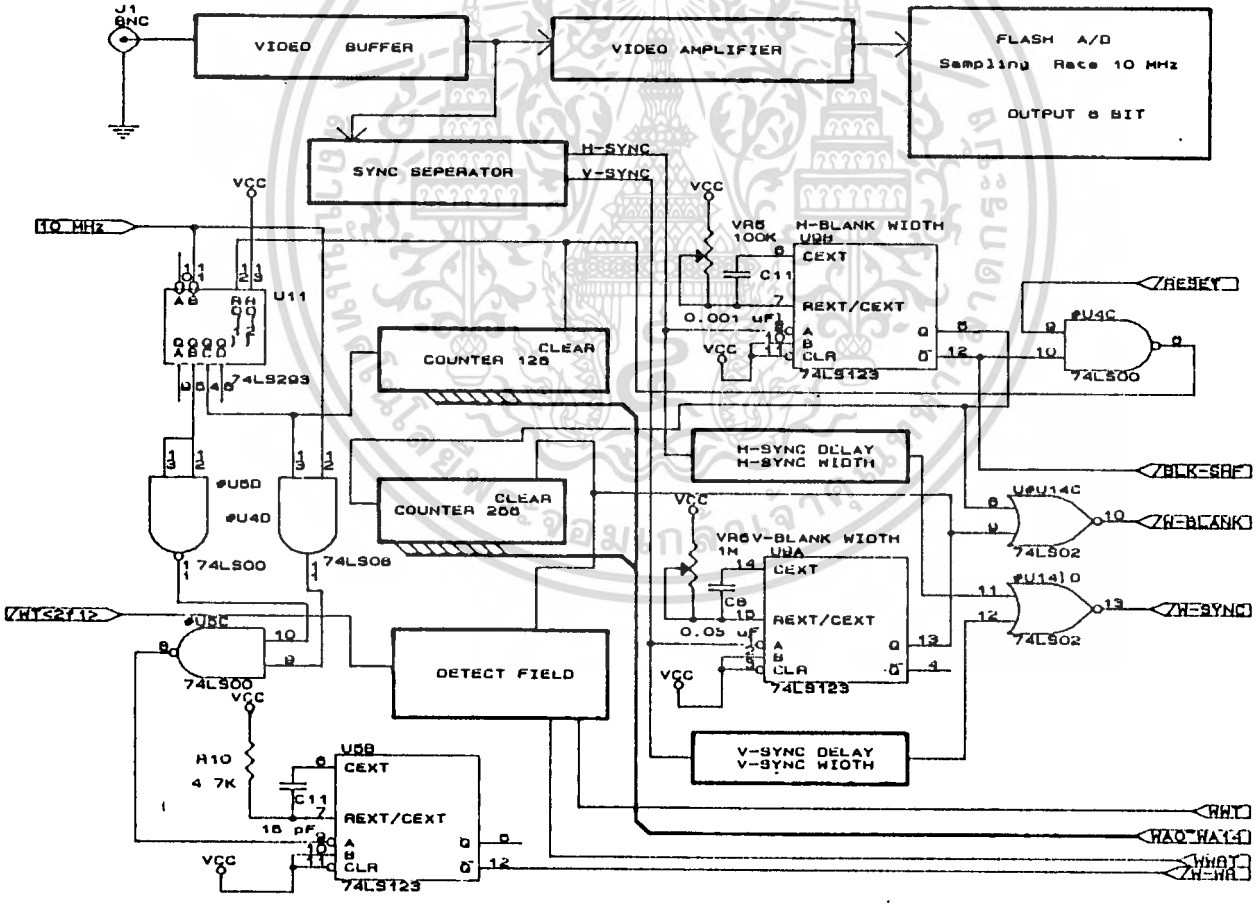
สัญญาณ $\overline{\text{V-sync}}$ จะได้จากการรวมเอาสัญญาณ ซิงค์ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งในลักษณะนอร์-เกท (nor gate) ที่ U14B ส่วนสัญญาณ $\overline{\text{V-blank}}$ ก็จะได้จาก U14A เช่นเดียวกัน ซึ่งจะให้โลจิกต่ำเมื่อมีซิงค์หรือแบลงค์ แล้วส่งไปรวมกับข้อมูลที่ถูกอ่านจากวีดีโอแรม ในส่วนรวมสัญญาณภาพ

ส่วนสัญญาณ BL-INTER จะเป็นสัญญาณเวอร์ติคัลแบลงค์ที่นำไปใช้กับส่วนอินเตอร์เฟส (interface) กับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดให้มีการเขียนข้อมูลลงวีดีโอแรม ในช่วงของแบลงค์เพื่อไม่ให้ภาพกระ-พริบ จะได้กล่าวในรายละเอียดในส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ วีดีโอแรม

ที่กล่าวมาในหัวข้อ 4.1 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์เพียงอย่างเดียว ส่วนที่จะกล่าวในตอนนี้เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เขียนข้อมูลภาพจากสัญญาณภาพหรือกล้องวงจรปิดเข้าสู่วีดีโอแรมหรืออ้างถึงรูปบล็อกรูปที่ 4.1 คือส่วน write และวงจรส่วนนี้จะอยู่ที่กาดผนวก Sheet 2 มีลักษณะการจัดวงจรคล้ายกับที่ได้กล่าวมา แต่มีบางส่วนเพิ่มขึ้นมา เช่น วงจรแยกสัญญาณซิงค์ (sync seperator), วงจรขยายสัญญาณภาพ (video amplifier) วงจรกำหนดช่วงเวลาการเขียนภาพ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2.1



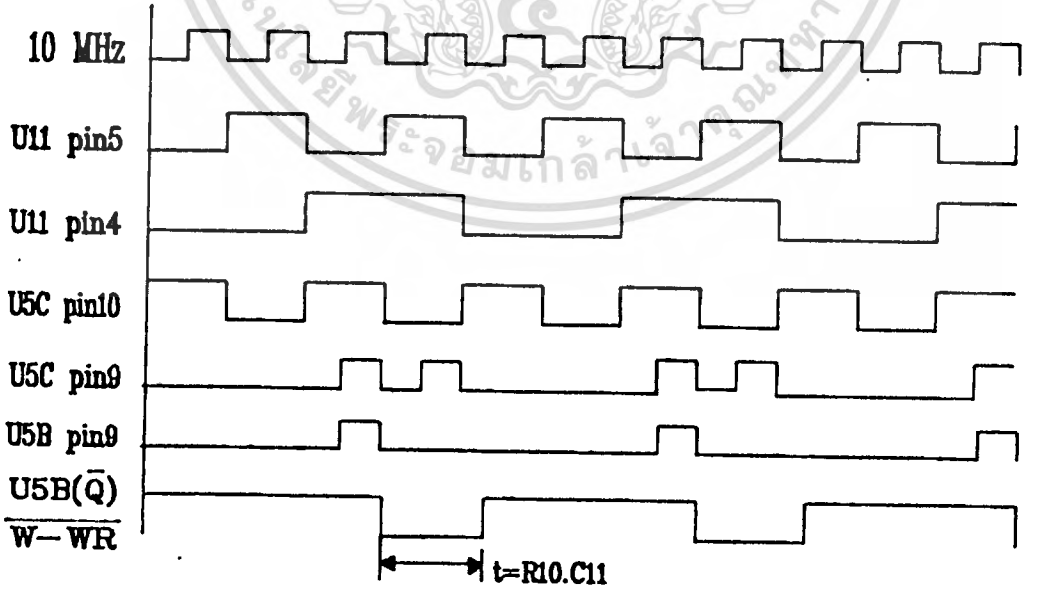
รูปที่ 4.2.1

แสดงถึงวงจรของส่วนเขียนข้อมูลภาพจากสัญญาณภาพลงสู่วีดีโอแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิดซึ่งเป็นลักษณะ คอมโพสิตวีดีโอ (composit video) จะเข้ามาที่ BNC ผ่านวงจรบัฟเฟอร์ก่อนเพื่อจ่ายสัญญาณแก่วงจรขยายสัญญาณภาพที่จะไปสู่ ตัวไอซีเปลี่ยนสัญญาณภาพอนาล็อกไปเป็นข้อมูลทางดิจิตอล และจ่ายสัญญาณแก่ตัวไอซีแยกซิงค์เบอร์ LM1881N ซึ่งจะให้เอ้าพุทออกสองอย่างคือ พัลซ์สัญญาณซิงค์ทางแนวนอนและพัลซ์สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง เพื่อควบคุมการนับของวงจรนับ โดยพัลซ์ซิงค์ทางแนวนอนจะนำไปสู่ไอซีโมโนสเตเบิ้ล U9B (H-Blank width) เพื่อกำหนดความกว้างของพัลซ์รีเซทวงจรนับแอดเดรสทางแนวนอน counter 128 ซึ่งเป็นการนับแอดเดรสทางแนวนอนในแต่ละเส้นโดยจะได้อินพุทพัลซ์จากวงจรนับไอซีเค้าเตอร์ U11 ที่นำความถี่ขนาด 10 MHz จากส่วนอ่านข้อมูลภาพสู่มอนิเตอร์หรือส่วนเรียกโดยย่อคือ Display ,โดยลักษณะของความถี่พัลซ์รีเซท ก็เหมือนกับพัลซ์รีเซทในภาคของส่วนการอ่านข้อมูลภาพจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ในส่วนของไอซี U11, #U4D, #U5D, #U5C และ U5B (เครื่องหมาย # จะแสดงถึงว่าเป็นการใช้เกท (gate) ที่เหลือจากไอซีที่ประกอบวงจรในภาคอื่น) จะประกอบกันเพื่อทำพัลซ์ $\overline{W-WR}$ เพื่อใช้เป็นสัญญาณในการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำภาพวีดีโอแรม โดยมีลักษณะคล้ายกับการสร้างสัญญาณในการ สโตป์ข้อมูล $\overline{VDSTB}$ ดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อ 4.1 ดังแสดงในรูปที่ 4.2.2



รูปที่ 4.2.2

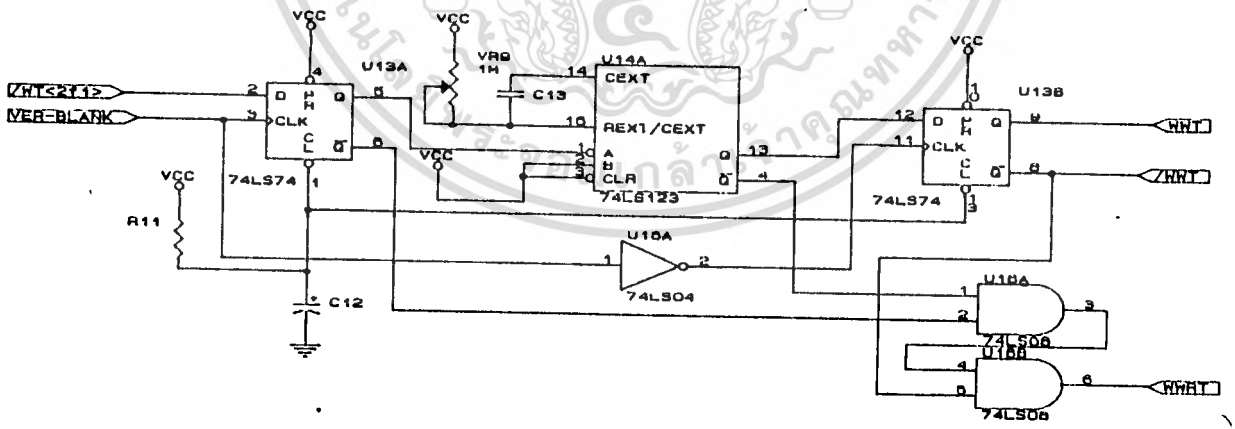
รูปไดอะแกรมเวลาแสดงการสร้างสัญญาณการเขียนข้อมูลภาพ $\overline{W-WR}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอีกส่วนหนึ่งของสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนก็ถูกนำมาทำเป็น ฮอร์ดีเลย์ (H-delay) และ ฮอร์ซิงค์วิทซ์ (H-sync width) เพื่อจุดประสงค์ดังที่กล่าวมาแล้วในส่วนแรก ส่วนสัญญาณพัลซ์ซิงค์ทางแนวตั้งก็จะถูกนำมาทำพัลซ์เพื่อรีเซทวงจรนับทางแนวตั้งคือ counter 256 ด้วยไอซีโมโนสเตเบิ้ล U9A ซึ่งจะทำให้วงจรนับๆเส้นสแกนทางแนวนอนที่ได้จาก ไอซี H-blank width ไปได้ 256 เส้นในช่วงแสดงภาพ(ต้องการเก็บ 256 เส้นต่อภาพ) แล้วก็รีเซทไปในช่วงซิงค์และแบลงค์จากนั้นก็เริ่มนับเส้นสแกนใหม่ในช่วงของการสแกนภาพในครั้งต่อไปเอ้าพุทของวงจรนับนี้ทั้งสองบล็อกคือทั้งทางแนวนอนและทางแนวตั้งก็จะนำไปทำเป็นสัญญาณอ้างแอดเดรสให้แก่ส่วนของวีดีโอแรมคือ WA0 ถึง WA14

ส่วนวงจรของ เวอร์ซิงค์ดีเลย์ (V-sync delay) และเวอร์ซิงค์วิทซ์ (V-sync width) ก็จะถูกสร้างจากซิงค์พัลซ์ทางแนวตั้งที่แยกมาจากวงจรแยกซิงค์ (sync sepertor) และเอ้าพุทที่ได้จากการสร้างซิงค์และแบลงค์ของทั้งการสแกนทางแนวนอนและแนวตั้งจะถูกนำมารวมโดยแยกเป็นเฉพาะซิงค์ส่วนหนึ่งและแบลงค์ส่วนหนึ่งที่ไอซี #U14C, #U14D

สัญญาณเอ้าพุทที่ได้จากวงจรส่วนนี้ทั้งหมดจะถูกนำไปเข้าสู่บัฟเฟอร์และตัวมัลติเพล็กเพื่อว่าจะถูกใช้งานเมื่อช่วงที่ต้องการเขียนภาพเข้าสู่หน่วยความจำเท่านั้น



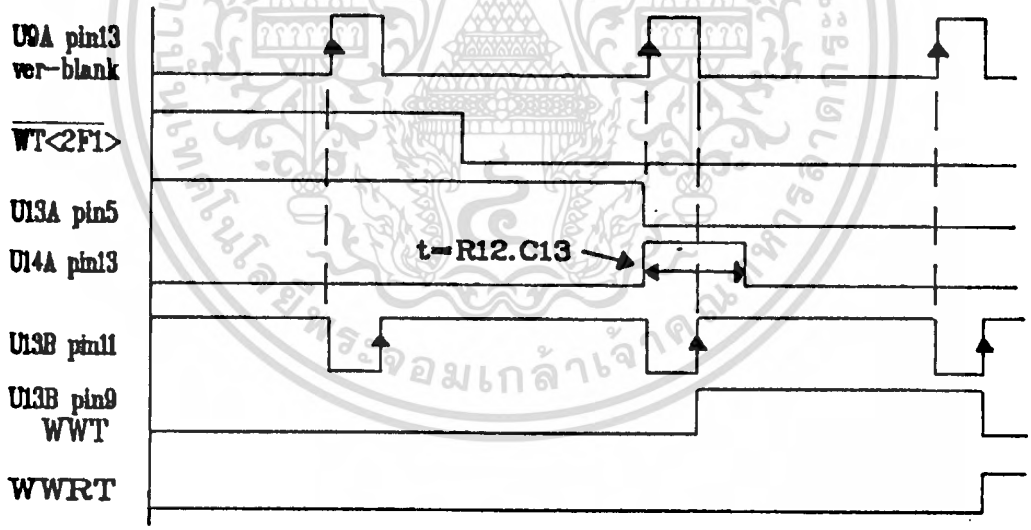
รูปที่ 4.2.3

รูปแสดงวงจรส่วนที่กำหนดการเขียนภาพหนึ่งฟิลด์

ส่วนเขียนข้อมูลภาพหรือส่วน write นี้ จะถูกกำหนดให้ทำงานเขียนเพียงฟิลด์เดียว นั่นคือโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกตินั่นเมื่อสั่งให้เครื่องอยู่ในโหมด write ภาพที่ออกสู่มอนิเตอร์จะเป็นภาพที่ได้จากกล้องที่ผ่านตัวไอซี A/D ผ่านตัวมัลติเพล็กและผ่าน D/A ออกมาโดยตรงสู่มอนิเตอร์ฉะนั้นภาพในมอนิเตอร์ในตอนนี้จะเป็นไปตามการจับภาพของกล้องวงจรปิด (ข้อมูลไม่ได้ถูกเขียนลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม) และเมื่อมีการเปลี่ยนโหมดการทำงานคือสั่งให้แสดงผลภาพในวีดีโอแรมคือโหมด Display (นั่นหมายความว่าผู้ใช้ได้จับภาพตามที่ต้องการได้แล้ว) ก่อนการเปลี่ยนโหมดการทำงานก็จะมีการเขียนภาพฟิลด์ที่ต่อกับฟิลด์สุดท้ายที่จับเพียงหนึ่งฟิลด์หรือหนึ่งครั้งของการสแกนทางแนวตั้งไปเก็บไว้ในวีดีโอแรมแล้วจากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดเป็นโหมด Display เพื่อนำข้อมูลภาพที่ถูกเขียนแล้วนั้นนำแสดงสู่มอนิเตอร์ สาเหตุที่ต้องทำเช่นนี้ก็เพื่อว่าจะได้สามารถนำภาพเก่าที่อยู่ในวีดีโอแรมออกแสดงได้ตลอดเวลากรณีที่ยังไม่มีการเขียนภาพทับเข้าไปเป็นการใช้ประโยชน์จากหน่วยความจำวีดีโอแรมได้มากขึ้น ในรูปที่ 4.2.3 ส่วนที่ทำหน้าที่กำหนดการเขียนภาพหนึ่งฟิลด์ได้แก่ U13A,U14A,U15A,U13B,U16A,U16B ซึ่งจะพิจารณาในส่วนนี้ได้เป็นลักษณะของ ไดอะแกรมเวลาดังรูปที่ 4.2.4



รูปที่ 4.2.4

รูปแสดงถึงไดอะแกรมเวลาในการกำหนดการเขียนภาพหนึ่งฟิลด์

สัญญาณ $\overline{WT<2F1>}$ นั้นคือสถานะโลจิกที่ได้จากการเข้าพุทพอร์ท (port) จากส่วน อินเตอร์เฟส (interface) ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดการทำงานในโหมด เขียนข้อมูลภาพ (write mode) (<2F1> หมายถึงเบอร์พอร์ทที่ใช้กำหนดโลจิก) จะเห็นว่า U13A,U13B เป็นฟลิปฟลอปที่ทำงานที่ขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาขึ้นแต่ U13B จะเป็นการทำงานที่ขอบขาลงเนื่องจากใช้ อินเวอร์เตอร์กลับโลจิกของพัลซ์แบลงค์ทางแนวตั้งที่ได้จาก U9A ซึ่งพัลซ์สัญญาณนี้จะใช้เป็นพัลซ์หลักในการกำหนดการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4.2.4

ฟลิอบฟลอบ U13A จะเป็นตัวที่ใช้ตรวจการเริ่มต้นพัลซ์ที่จะเขียนโดยจะให้โลจิกศูนย์ที่ขา 5(Q) ระดับโลจิกนี้จะไปทริกให้ไอซีโมโนสเตเบิ้ล U14A ได้พัลซ์บวกเข้าสู่ฟลิอบฟลอบตัวที่สอง ,U13B จะได้โลจิกสูงที่ขา 9(Q) ซึ่งเกิดจากขอบขาขึ้นของพัลซ์แบลงค์ และฟลิอบฟลอบตัวที่สองนี้จะทำงานอีกครั้งหนึ่งเมื่อถึงพัลซ์แบลงค์ต่อไปโลจิกที่ได้ที่ขา 9(Q) ก็จะเป็นระดับศูนย์เนื่องจากพัลซ์จากไอซีโมโนสเตเบิ้ลได้เป็นโลจิกศูนย์ที่อินพุทของ U13B ก่อนพัลซ์แบลงค์ลูกต่อไปจะทริก ดังนั้น WWT จะมีโลจิกสูงเป็นระยะเวลานานเท่ากับการสแกนหนึ่งฟิลด์ซึ่งสัญญาณนี้เองที่นำไปใช้ในการกำหนดช่วงเวลาให้ส่วนมัลติเพล็กเปิดให้สัญญาณการเขียนภาพจากส่วนเขียนข้อมูลภาพทำการเขียนภาพสู่วีดีโอแรมได้หนึ่งฟิลด์แล้วจึงเปลี่ยนการทำงานให้ส่วนอ่านข้อมูลภาพอ่านภาพที่เขียนนั้นออกสู่มอนิเตอร์

4.3 ส่วนหน่วยความจำภาพวีดีโอแรม

หน่วยความจำภาพหรือวีดีโอแรมจะใช้ทั้งหมด 128 กิโลไบร์ท เนื่องจากใช้จุดภาพทั้งหมดเป็นขนาด 512x256 โดยแต่ละจุดหมายถึงแต่ละแอดเดรสของหน่วยความจำ

ส่วนของหน่วยความจำจะเป็นที่เก็บข้อมูลภาพดังนั้นจะถูกทำการอ่านหรือเขียนด้วย ส่วนอื่นอีกสามส่วนคือ ส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display part.),ส่วนเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด (write part) ที่กล่าวในหัวข้อที่ 4.1,4.2 ตามลำดับ และอีกส่วนที่จะได้กล่าวในหัวข้อต่อไปคือส่วนอินเตอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งสามส่วนนี้จะใช้หน่วยความจำพร้อมกันไม่ได้ ฉะนั้นจึงแบ่งเวลาในการทำงานกันโดยมีการควบคุมการแบ่งการทำงานของเครื่องออกเป็น 3 โหมดคือ

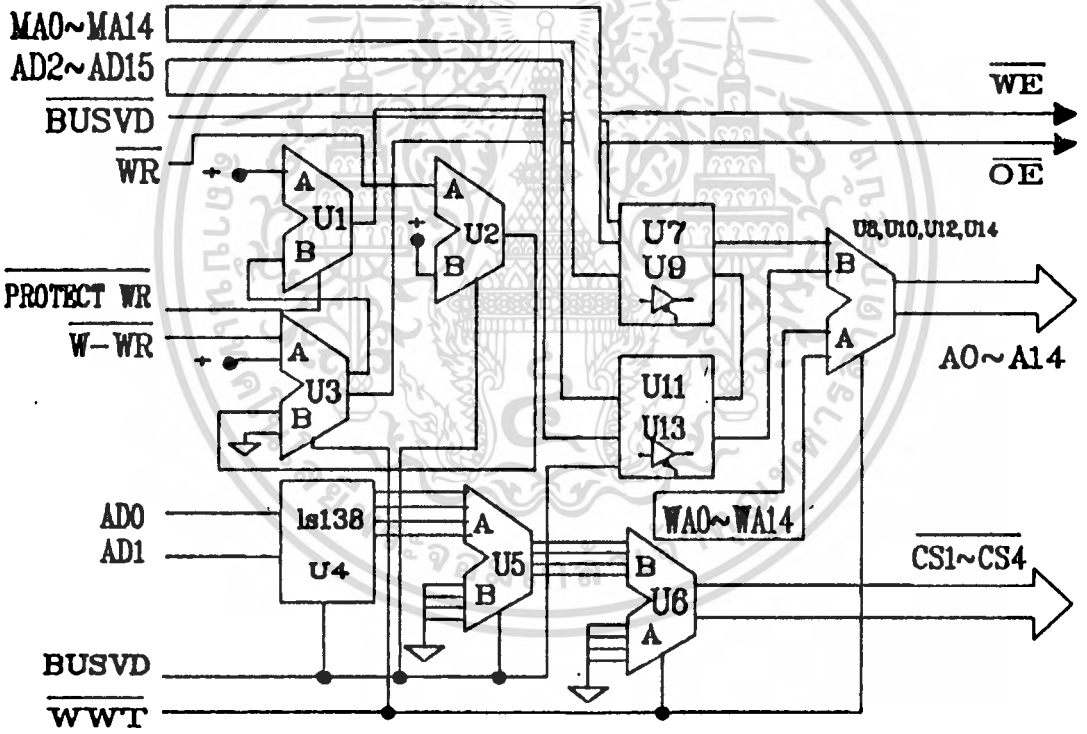
4.3.1 โหมดอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display mode) หน่วยความจำจะถูกอ่านข้อมูลจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์

4.3.2 โหมดเขียนภาพจากกล้องวงจรปิด (write mode) หน่วยความจำจะถูกเขียนข้อมูลภาพจากส่วนเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด(โดยจะเขียนภาพเพียง ฟิลด์เดียว)

4.3.3 โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface mode) หน่วยความจำจะถูก อ่านเขียน ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรใช้งานของส่วนวีดีโอแรมจะอยู่ในแผ่น sheet 3,sheet 7 ในภาคผนวก ในแผ่น sheet 3 จะเป็นวงจรส่วนของบัฟเฟอร์และมัลติเพล็กสัญญาณต่างๆที่ใช้ในการควบคุมวีดีโอแรม เช่น สัญญาณการอ้างแอดเดรส (A0~A14) ,สัญญาณการเขียน ($\overline{WE}$) ,สัญญาณการอีนาเบิ้ลเอ้าพุทหน่วยความจำภาพ ($\overline{EN1}$~$\overline{EN4}$) เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็น ไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 4.3.1 ส่วนมัลติเพล็กนี้มีความสำคัญมากต่อการแยกโหมดการทำงานของวีดีโอแรมดังนั้น ในการพิจารณาการทำงานของส่วนวีดีโอแรมนี้จะได้กล่าวถึงเส้นทางการใช้งานของมัลติเพล็กในแต่ละโหมด ลักษณะของไดอะแกรมเวลาที่ตัวของวีดีโอแรมและทิศทางของข้อมูล



รูปที่ 4.3.1

รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนมัลติเพล็กสัญญาณของวีดีโอแรม

หน้าที่ของกลุ่มไอซีใน sheet 3 (หรือรูปที่ 4.3.1) พอกล่าวสังเขปคือ U1,U2,U3,U5,U6,U8,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U10,U12,U14 เป็นไอซีมัลติเพล็กเบอร์ 74LS257 ทำหน้าที่มัลติเพล็กสัญญาณแอดเดรส,สัญญาณ $\overline{WE}$,$\overline{OE}$ ให้กับวีดีโอแรมและ U4 เป็นไอซีดีโค้ดเดอร์ (decoder) 74LS138 ใช้กำหนดสัญญาณ $\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ เพื่อแยกการทำงานของวีดีโอแรมออกเป็นแต่ละตัว ในกรณีที่อยู่ในโหมดของการติดต่อหน่วยความจำวีดีโอแรมกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยการกำหนดที่ AD0,AD1 ซึ่งจะมาจากส่วนอินเตอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์ U7,U9,U11,U13 เป็นบัฟเฟอร์ 74LS244 ทำเป็นมัลติเพล็กสัญญาณการอ้างแอดเดรสที่มาจากส่วนของอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display part) และส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface part.) จากนั้นแอดเดรสที่ได้จะถูกนำมามัลติเพล็กอีกกับแอดเดรสที่ได้จากส่วนเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่วีดีโอแรม แล้วจึงไปสู่ตัววีดีโอวีดีโอแรมจากไออะแกรมจะสังเกตุได้ว่าการจัดวงจรจะให้ความสำคัญสูงสุดที่โหมดของการเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่วีดีโอแรม เพราะตัวที่มัลติเพล็กตัวสุดท้ายไม่ว่าจะเป็นของสัญญาณควบคุมหรือสัญญาณการอ้างแอดเดรส ก็จะเป็นการมัลติเพล็กกับส่วนของการเขียนข้อมูลภาพทั้งสิ้นเนื่องจากว่าเมื่ออยู่ในระหว่างโหมดของการเขียนภาพจากกล้องวงจรปิด (write mode) ในช่วงของการเขียนภาพหนึ่งฟิลด์ ก็จะไม่ให้มีการเปลี่ยนโหมดจนกว่าจะเขียนภาพเสร็จในหนึ่งภาพโดยการควบคุมของสัญญาณ $\overline{WWT}$ ซึ่งต่างจากในโหมดของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display mode) ในโหมดนี้จะที่ตัวของวีดีโอแรมถูกอ่านข้อมูลออกแสดงที่มอนิเตอร์ ในส่วนของอินเตอร์เฟสก็สามารถที่จะทำการอ่านเขียนหน่วยความจำวีดีโอแรมได้การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลก็จะสามารถที่จะเห็นได้ที่มอนิเตอร์ เช่น ในกรณีของการ โหลดภาพเข้าจากตัวไมโครคอมพิวเตอร์เข้าสู่วีดีโอแรมก็จะเห็นภาพค่อยๆถูกเขียนลงจอภาพ เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจถึงการทำงานโดยง่ายจะได้อธิบายแยกถึงการทำงานในแต่ละโหมดดังนี้

4.3.1 โหมดของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display mode) เส้นทางที่ใช้งานในโหมดนี้แสดงดังรูปที่ 4.3.1.1

ลักษณะสถานะของโลจิกของสัญญาณควบคุมรูปที่ 4.3.1.1 จะเป็นดังนี้

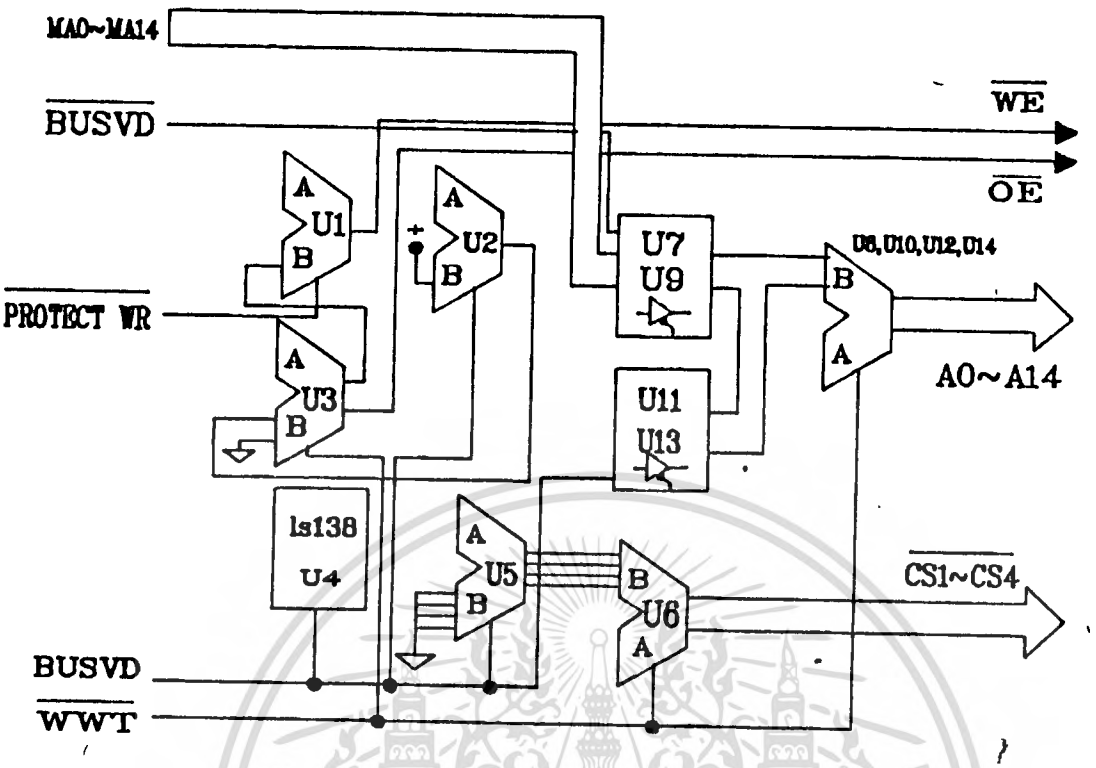
$\overline{BUSVD}$ (bus for video) มาจากส่วนอินเตอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นโลจิก "Low"

$\overline{PROTECT\ WR}$ (write protect) จากส่วนอินเตอร์เฟสจะมีโลจิก "High"

BUSVD มีโลจิกตรงกันข้ามกันกับ $\overline{BUSVD}$ คือ "High"

$\overline{WWT}$ มาจากพอร์ทคอนโทรลจากส่วน อินเตอร์เฟส จะมีโลจิกเป็น "High"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

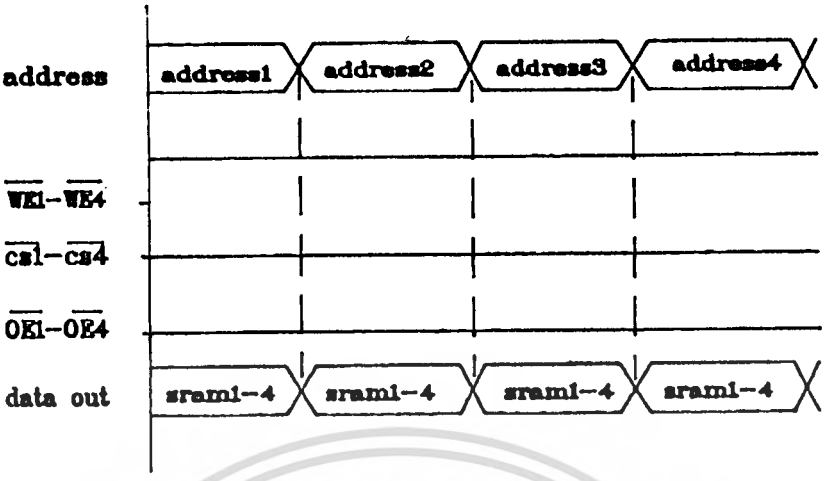


รูปที่ 4.3.1.1

รูปแสดงถึง บัสไลน์ (busline) ที่ใช้งานในโหมดของ display mode

สัญญาณการอ้างแอดเดรสจะได้มาจากส่วนของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display) คือ MA0~MA14 โดยผ่านที่ U7,U9 แล้วผ่านมัลติเพล็ก U8,U10,U12,U14 ($\overline{WWT}$ เป็น "1") เข้าสู่ตัววีดีโอแรมในลักษณะขนานกันทั้ง 4 ตัว สัญญาณ $\overline{WE}$ ในโหมดนี้จะต้องมีโลจิกเป็น "High" เสมอ ซึ่งจะได้จาก U2 โดยจะต่อกับไฟบวก 5 โวลท์ แล้วผ่านมาที่ U3,U1 เข้าสู่ วีดีโอแรมในลักษณะขนานกันทั้ง 4 ตัวเช่นกัน สัญญาณต่อมาเป็นสัญญาณการกำหนดเอ้าพุทอีนาเบิ้ลของหน่วยความจำวีดีโอแรม ในกรณีของการอ่านจะต้องให้โลจิก "Low" ซึ่งได้มาจาก U3 ที่ต่อลงกราวด์ไว้ที่อินพุทเพื่อให้เป็น "Low" ส่วนสัญญาณการเลือกตัวไอซี $\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ (chip select) จะเป็นโลจิก "Low" ที่ทั้ง 4 ตัวเพราะไอซีจะต้องถูกอ่านข้อมูลออกมาพร้อมกันเสมอ โลจิก "Low" จะได้มาจาก U5 ที่ต่ออินพุทลงกราวด์ทั้ง 4 อินพุทผ่าน U6 มาสู่วีดีโอแรมไดอะแกรมเวลาของการอ่านข้อมูลในวีดีโอแรมจากส่วนอ่านข้อมูลออกสู่มอนิเตอร์แสดงดังรูปที่ 4.3.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



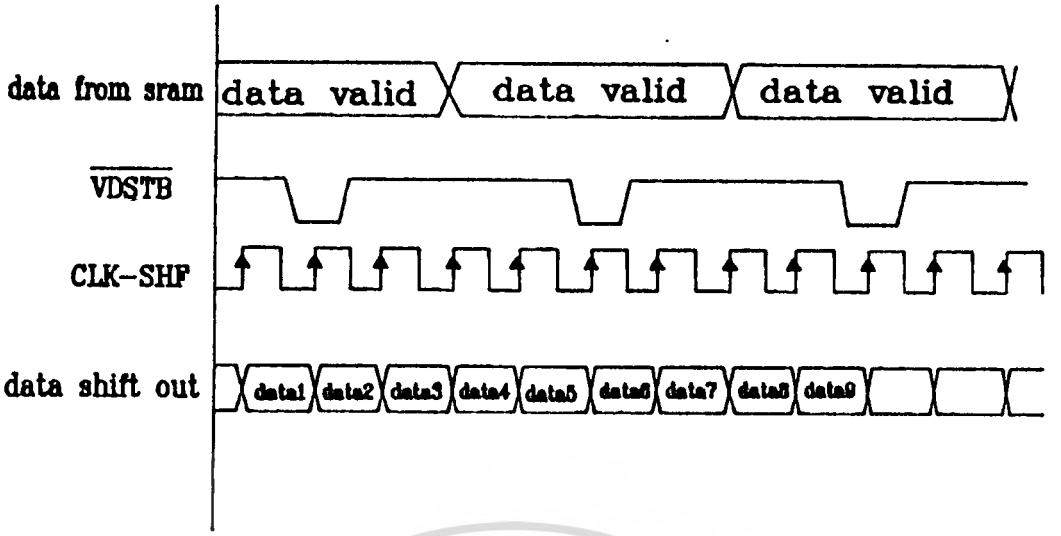
รูปที่ 4.3.1.2

รูปแสดงสัญญาณที่ตัววีดีโอแรมเมื่ออยู่ในโหมดอ่านข้อมูล

วีดีโอแรมจะถูกสแกนอ่านข้อมูลด้วยสัญญาณจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ โดยจะถูกอ่าน 32 K ต่อหนึ่งภาพ แต่เนื่องจากวีดีโอแรมถูกต่อร่วมกันดังนั้นในแต่ละแอดเดรสของการอ่านจึงได้ข้อมูลออกมาพร้อมกัน 4 ชุด แล้วเข้าสู่ตัวเลื่อนข้อมูล (shift register) U5 ถึง U12 ซึ่งจะโหลดข้อมูลเข้ามาเก็บด้วยสัญญาณ $\overline{VDSTB}$ ที่มาจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์และจะถูกเลื่อนข้อมูลออกด้วยคล็อกขนาด 10 MHz (100 นาโนเซค)คือสัญญาณ CLK-SHF ที่มาจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์เช่นกัน ไดอะแกรมของส่วนวีดีโอแรมและทิศทางของการเลื่อนข้อมูลออก แสดงดังรูปที่ 4.3.1.4 ซึ่งวงจรใช้งานจะอยู่ใน sheet 7 และไดอะแกรมเวลาจะเป็นดังรูปที่ 4.3.1.3

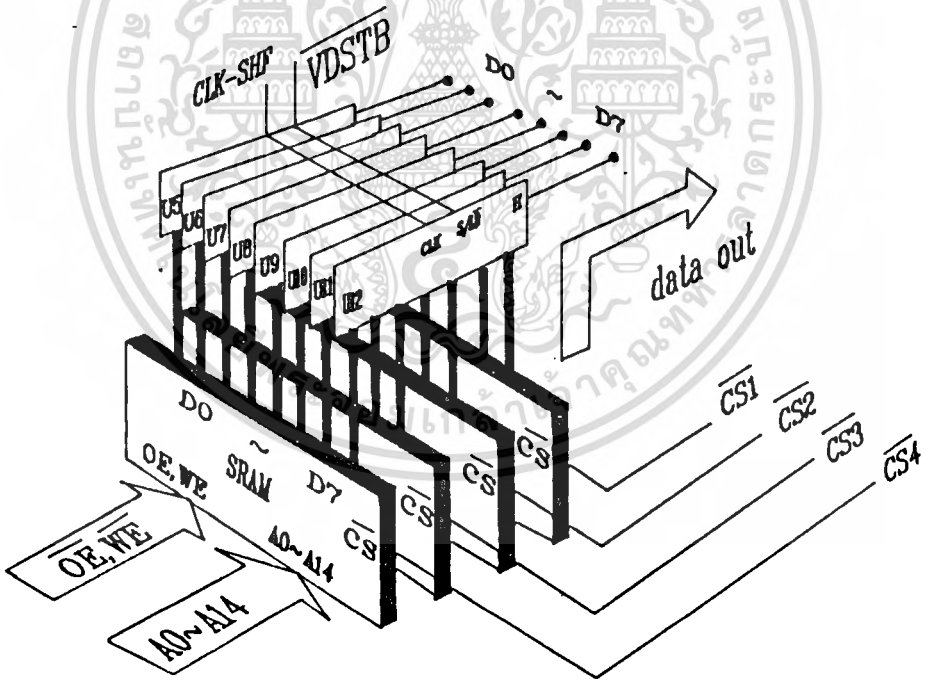
ในรูปที่ 4.3.1.4 อินพุทของสัญญาณคอนโทรล, สัญญาณการอ้างแอดเดรส จะได้มาจากส่วนของมัลติเพล็กและบัฟเฟอร์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วโดยจะมาเข้าตัวของวีดีโอแรมในลักษณะของขนานกันหมดทั้ง 4 ตัว ส่วน ไอซี U5 ถึง U12 เป็นไอซีเบอร์ 74LS165 ใช้รับข้อมูลแบบขนานจากวีดีโอแรมจำนวน 4 ตัวซึ่งแต่ละตัวของไอซีเลื่อนข้อมูลก็จะใช้กับหนึ่งบิทของวีดีโอแรมจึงต้องใช้จำนวน 8 ตัว(8 บิท) เอ้าพุทของข้อมูลที่ถูกเลื่อนออก D0~D7 จะถูกนำไปผ่าน วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อกที่จะกล่าวในหัวข้อต่อไป ไอซีเลื่อนข้อมูล U5 ถึง U12 จะทำงานพร้อมกันด้วยสัญญาณ CLK-SHF, $\overline{VDSTB}$ ที่มาจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.1.3

รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของการเลื่อนข้อมูลออก



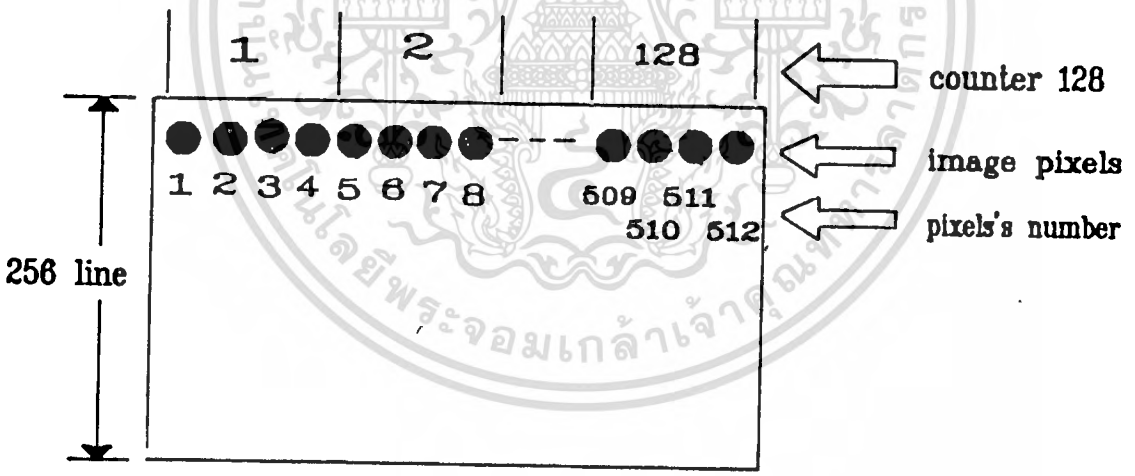
รูปที่ 4.3.1.4

รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนหน่วยความจำวีดีโอแรมและทิศทางของข้อมูลในตัววีดีโอแรมที่เลื่อนข้อมูลออกโดยผ่านตัว ชีฟรีจีสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากรูปที่ 4.3.1.3 จะเห็นได้ว่าจะมีการนำข้อมูลเข้าสู่ตัวชิฟหนึ่งครั้งเมื่อมีการเลื่อนข้อมูลออกไป 4 จุด ดังนั้นเมื่อในแต่ละเส้นของการแสดงภาพเป็น 512 จุด ก็จะมีการอ้างแอดเดรสในแต่ละเส้นเพียง 128 ครั้งและเมื่ออ้างแอดเดรสครบ 256 เส้นนั่นคือเป็น 32 Kbytes ก็จะเป็นการอ่านสแกนข้อมูลออกไปครบหนึ่งภาพ

ฉะนั้นในการแสดงจุดที่เกิดขึ้นบนจอมอนิเตอร์ก็จะมีลักษณะเหมือนดังรูปที่ 4.3.1.5 ซึ่งจุดจะถูกเลื่อนออกไปอย่างต่อเนื่องจำนวน 512 จุดต่อหนึ่งเส้น และแสดงเป็นจำนวน 256 เส้นต่อหนึ่งภาพโดยในแต่ละจุดจะมีระดับขาวดำได้สูงสุด 256 ระดับเนื่องจากแต่ละจุดจะแทนข้อมูลจำนวน 8 บิท ในแต่ละแอดเดรสของวีดีโอแรม



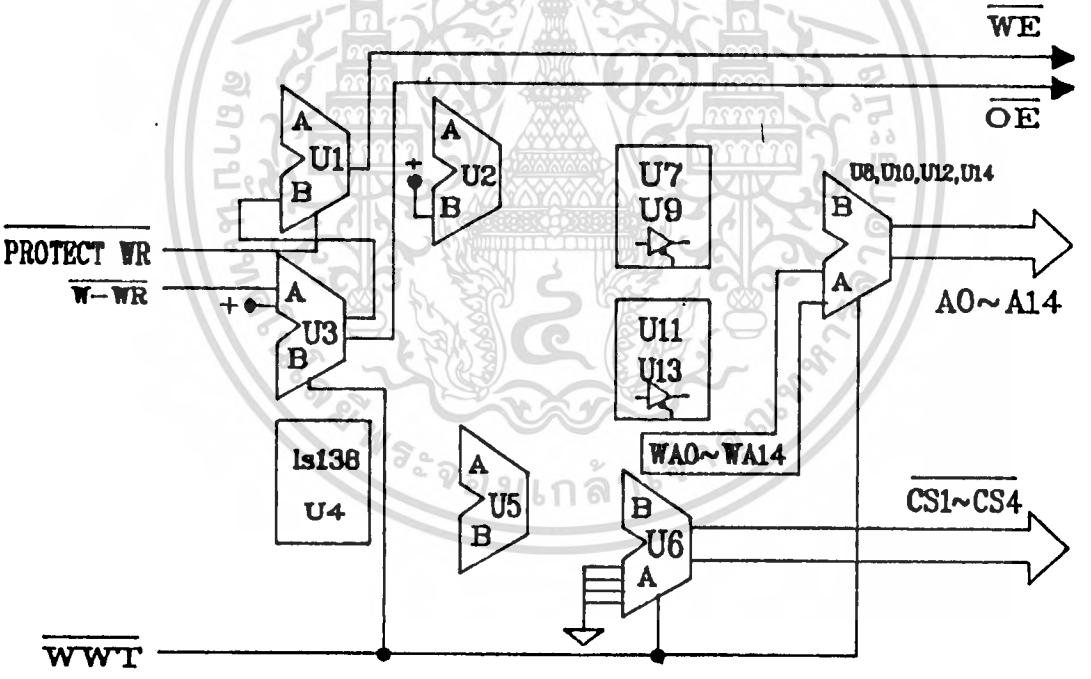
รูปที่ 4.3.1.5

รูปแสดงถึงการแสดงจุดบนจอมอนิเตอร์เนื่องจากการเลื่อนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 โหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด (write mode) รูปที่แสดงถึงเส้นทางของข้อมูลที่ส่วนมัลติเพล็กที่ใช้งานในโหมดนี้แสดงดังรูปที่ 4.3.2.1

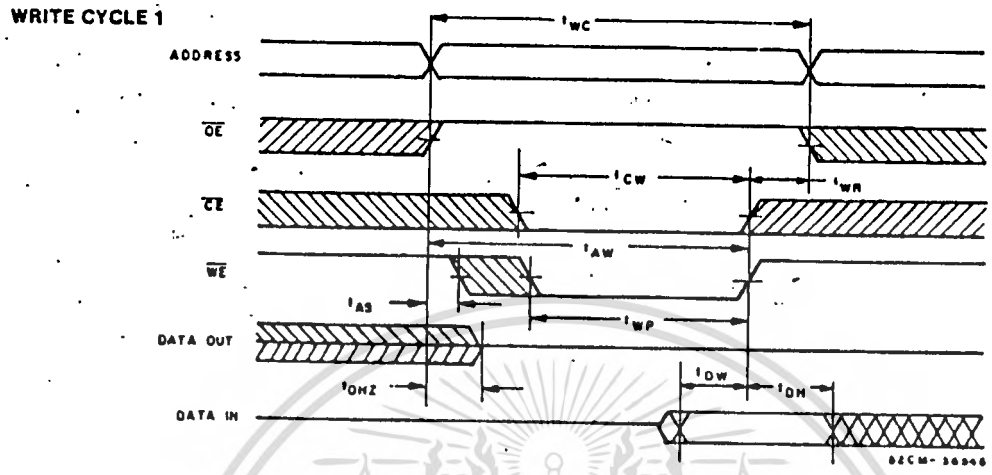
วงจรส่วนเขียนข้อมูลภาพจะสร้างสัญญาณการอ้างแอดเดรสและสัญญาณการเขียนข้อมูลภาพมาเอง คือ WA0~WA14, $\overline{W-WR}$ ตามลำดับ ในช่วงเขียนภาพนี้สัญญาณ $\overline{WWT}$ ที่ได้จากพอร์ทคอนโทรลจะมาเปิดมัลติ-เพล็กตัวสุดท้ายคือ U3 ซึ่งจะให้สัญญาณ $\overline{OE}$ ที่ได้โลจิก "High" จากอินพุท A ผ่านไปวีดีโอแรมเพื่อให้เอ้าพุทของวีดีโอแรมอยู่ในสถานะ ไตรสเตท (Tristate) ตลอดเวลาของการเขียนเพื่อป้องกันการรบกวนของข้อมูลของตัวเองเพราะข้อมูลภาพจะถูก แลทช์ (latch) เข้ามาทุกครั้งที่มีการนับแอดเดรส จึงได้จัดให้ทำงานในโหมดที่เหมาะสมของการเขียนวีดีโอแรมคือ wirte 1 ดังรูปที่ 4.3.2.2



รูปที่ 4.3.2.1

รูปที่แสดงถึงเส้นทางของบัส (bus line) ที่ใช้งานในโหมดเขียนข้อมูลภาพ (write mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

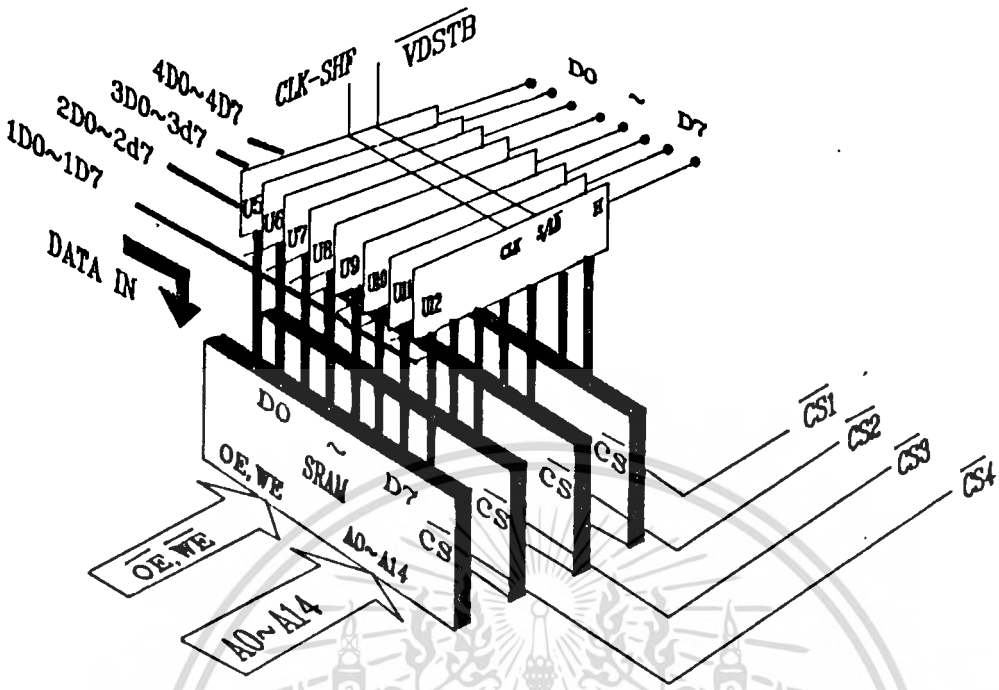


รูปที่ 4.3.2.2

รูปแสดงถึงไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูลเข้าหน่วยความจำ โหมด write 1

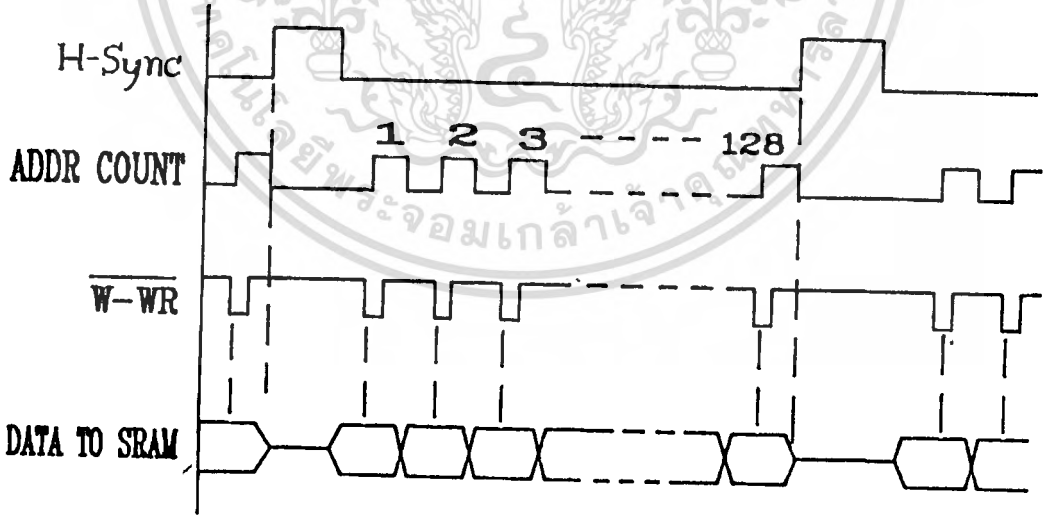
ในโหมดนี้วีดีโอแรมจะถูกเขียนภาพเข้าเพียงภาพเดียวเมื่อต้องการเก็บภาพ (freeze image) เท่านั้น ดังที่ได้กล่าวถึงวงจรมาแล้วใน หัวข้อที่ 4.2, จากรูป 4.3.2.3 สัญญาณการควบคุมและสัญญาณการอ้างแอดเดรสของวีดีโอแรมคือ $\overline{OE}$, $\overline{WE}$, A0~A14 ตามลำดับ จะได้มาจากส่วนเขียนข้อมูลภาพ (write part) โดยผ่านส่วนมัลติเพล็กและบัฟเฟอร์ดังที่กล่าวมาแล้ว และสัญญาณ $\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ ในโหมดนี้ก็ยังคงมีค่าเป็น "Low" ทั้ง 4 ตัวของวีดีโอแรมเพราะต้องเขียนข้อมูลภาพเข้าพร้อมกันแต่เป็นจุดที่คนละตำแหน่งกันโดยบัสของข้อมูล 1D0~1D7, 2D0~2D7, 3D0~3D7, 4D0~4D7 จะเป็นข้อมูลภาพที่มาจากไอซีที่ได้แลทช์ข้อมูลจาก ส่วนแปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ขนาด 8 บิท) ซึ่งจะมีการเลื่อนข้อมูลก่อน 4 จุดแล้วแลทช์ไว้เพื่อรอเขียนลงวีดีโอแรมทั้ง 4 ตัวพร้อมกัน ดังนั้นลักษณะของไดอะแกรมเวลาของการเขียนภาพที่เกิดขึ้นก็จะมีลักษณะคล้ายกับเวลาการอ่านข้อมูลออกสู่มอนิเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 4.3.2.4 โดย $\overline{WE}$ จะเป็นพัลซ์เขียนข้อมูลที่สร้างขึ้นมาจากส่วน เขียนข้อมูลภาพ (มีลักษณะการสร้างคล้ายกับการสร้างสัญญาณ $\overline{VDSTB}$ ของส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์) จะเกิดขึ้นตามการนับแอดเดรสในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.2.3

รูปแสดงถึงไดอะแกรมทิศทางการเคลื่อนที่ของข้อมูลเข้าสู่วีดีโอแรม



รูปที่ 4.3.2.4

รูปแสดงถึงสัญญาณการเขียนภาพลงวีดีโอแรมที่เกิดขึ้นในการเขียนภาพในแต่ละเส้นสแกนไลน์

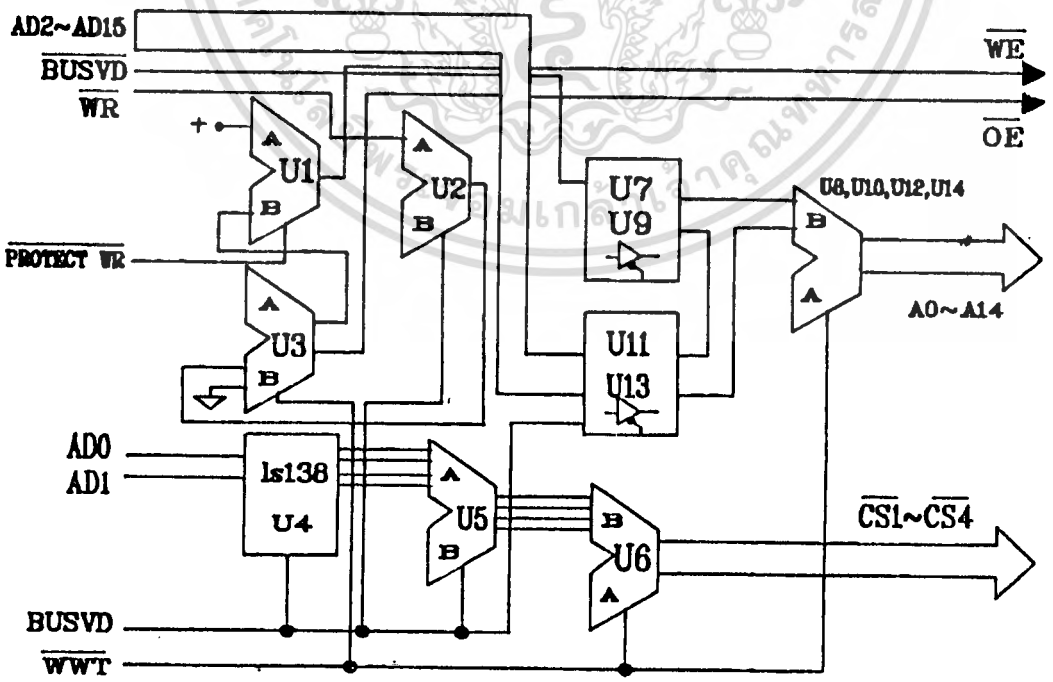
ในการเขียนภาพนี้จะมีการเขียนภาพเพียงหนึ่งภาพด้วยจำนวนเส้น 256 เส้นเท่านั้นจากนั้นโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นโหมดของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ทันทีเพื่อจะได้แสดงผลของภาพที่ได้เขียนลงไป ฉะนั้นในขณะที่อยู่ในโหมดของการเขียนข้อมูลภาพแต่ภาพยังไม่ได้ถูกเขียนลงวีดีโอแรม (ภาพที่ปรากฏที่มอนิเตอร์จะเป็นภาพตามการจับของกล้องวงจรปิด) ข้อมูลเดิมที่อยู่ในวีดีโอแรมก็จะยังคงมีอยู่โดยไม่เปลี่ยนแปลงและสามารถนำออกแสดงได้ ตลอดเวลา (recall)

4.3.3 โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface mode) ในโหมดนี้จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะย้ายข้อมูลภาพที่อยู่ในวีดีโอแรมเข้าสู่ตัวไมโครคอมพิวเตอร์หรือในทางกลับกันทั้งนี้เพื่อจะได้สามารถประมวลผลการต่างๆ (process) กับข้อมูลนั้นในเชิงดิจิตอลตามความประสงค์ของสาขาวิชาต่างๆ ในโหมดนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อเครื่องอยู่ในโหมดของการอ่านข้อมูลภาพ เพราะหากจะติดต่อกับวีดีโอแรมในขณะที่ทำการเขียนภาพ อยู่นั้นไม่สามารถทำได้เนื่องจากตัวมัลติเพล็กสัญญาณควบคุมและบัฟเฟอร์ตัวสุดท้ายก่อนเข้าสู่วีดีโอแรมไม่ได้ถูก อีนาเบิ้ลสัญญาณนี้ ($\overline{WWT}$ เป็น "Low")

ในช่วงที่มีการติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับวีดีโอแรมนั้นสัญญาณที่ควบคุมมัลติเพล็กและบัฟเฟอร์ที่สำคัญมากคือ BUSVD ที่มาจากส่วนอินเตอร์เฟสจะ แอคตีฟ (active) เฉพาะในช่วงที่มีการติดต่อของวีดีโอแรมกับไมโครคอมพิวเตอร์เท่านั้น จะทำให้ได้สัญญาณเข้าสู่วีดีโอแรมคือ



รูปที่ 4.3.3.1

รูปแสดงเส้นทางที่ใช้งานส่วนมัลติเพล็กช่วงติดต่อระหว่างวีดีโอแรมกับไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AD2~AD15 จากส่วนอินเตอร์เฟสเข้า U11,U13 ผ่านมัลติเพล็กได้เป็น A0~A14 สู่วีดีโอแรม

$\overline{WR}$ จากส่วนอินเตอร์เฟส ผ่าน U2,U3,U1 โลจิกจะเป็นไปตามการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ ในการเขียนและอ่าน

$\overline{OE}$ จะกำหนดให้เป็น "Low" โดยวีดีโอแรมแต่ละตัวจะไม่ถูกอ่านเขียนพร้อมกันเนื่องจากแต่ละตัวจะอยู่กันคนละแอดเดรสและจะแยกกันโดยสัญญาณ $\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$

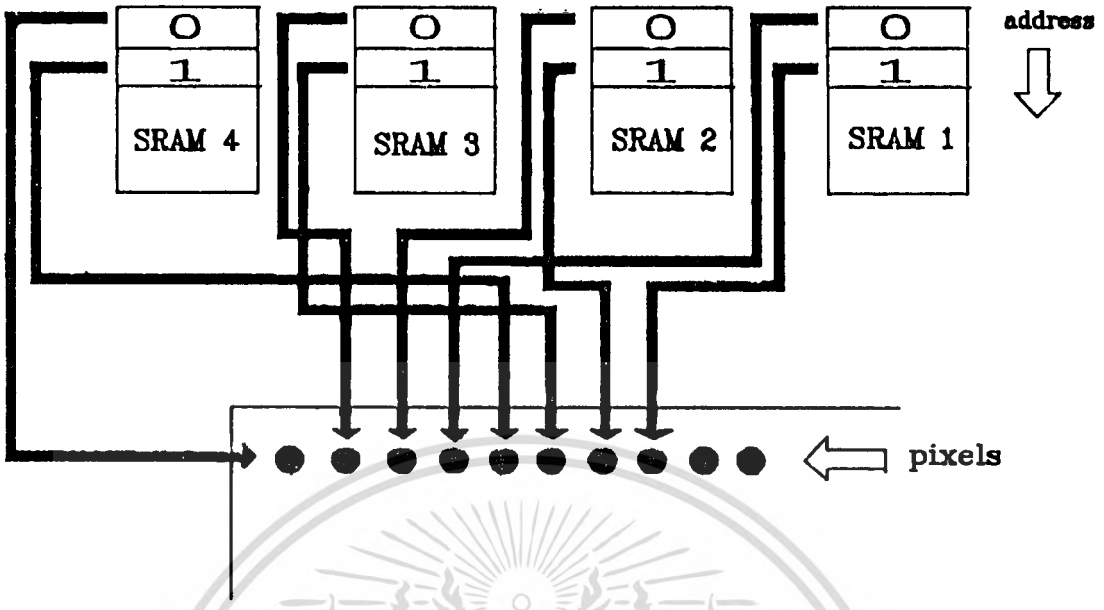
$\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ เนื่องจากวีดีโอแรมใช้จำนวน 4 ตัวๆละ 32 Kbytes ได้จัดให้วีดีโอแรมแต่ละตัวเก็บข้อมูลตัวละแอดเดรสส่วนกันจนครบ 128 Kbytes โดยสัญญาณ AD0,AD1 ซึ่งจะให้ความแตกต่างได้เท่ากับ 4 มากำหนดสัญญาณ $\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ (chip select) ด้วย decoder เบอร์ 74LS138 ผ่าน U5,U6 ออกมาสู่วีดีโอแรม

ส่วนสัญญาณ $\overline{PROTECT\ WR}$ นั้นมาจากส่วนอินเตอร์เฟสเช่นกันเป็นโลจิกได้จากการเอ้าพุทพอร์ทคอนโทรลซึ่งหาก แอดดีฟ ก็จะให้โลจิกแก่ U1 เลือกอินพุท A ที่ต่อกับแรงไฟบวกไปเป็นสัญญาณ $\overline{WE}$ แก่วีดีโอแรมจะใช้ในกรณีของการอ่านข้อมูลจากวีดีโอแรมจำนวนมากๆเช่น การเก็บภาพจากวีดีโอแรมลงสู่หน่วยความจำไมโครคอมพิวเตอร์หรือลงสู่แผ่นเก็บข้อมูล เพราะว่าการอ่านข้อมูลมากๆ (128 Kbytes) ติดต่อกันไปอาจทำให้ข้อมูลเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากสัญญาณรบกวนบนแผ่นตัวเครื่องที่ทำขึ้นยังมีอยู่ (ทั้งแผ่นใช้การเดินสาย (wire wrap))

ดังที่ได้กล่าวมาในสองโหมดที่แล้วๆว่าในการอ่านเขียนข้อมูลวีดีโอแรมจะเป็นในลักษณะพร้อมกันหมดทั้ง 4 ตัว แต่ต่างกันเพียงจะมีการเลื่อนข้อมูลเข้าหรือเลื่อนข้อมูลออกเท่านั้น โดยวีดีโอแรมแต่ละตัวก็จะเก็บข้อมูลกันคนละตำแหน่งกัน แต่ในการอ้างถึงวีดีโอแรมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องสามารถอ้างได้ทุกจุดบนจอภาพดังนั้นจึงต้องมีแยกได้ว่าจะติดต่อกับวีดีโอแรมตัวใด เพราะลักษณะการเก็บข้อมูลของตัววีดีโอแรมเมื่อเทียบกับจุดที่จอภาพจะเป็นดังรูปที่ 4.3.3.2

ดังนั้นเมื่อมีการอ้างแอดเดรสของจุดที่ตรงกับวีดีโอแรมตัวใดก็ต้องให้เฉพาะวีดีโอแรมตัวนั้นแอดดีฟ ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำ AD0,AD1 จากส่วนอินเตอร์เฟสมาทำการดีโค็ด (decode) ด้วย ไอซี U4 (74LS138) ในรูปที่ 4.3.3.1 จะได้ความแตกต่างออกมาเป็น 4 เส้น (แอดดีฟโลจิก"Low") นำมาผ่าน U5,U6 เป็นสัญญาณ $\overline{CS1}$~$\overline{CS4}$ ให้กับวีดีโอแรมแต่ละตัวดังนั้นในการอ้างแอดเดรส ก็จะตรงกับตัววีดีโอแรมโดยแอดเดรสจะแยกและวนซ้ำกันไปดัง ตารางที่ 4.3.3.1

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.3.2

รูปแสดงถึงจุดแต่ละจุดบนจอภาพมอนิเตอร์ที่เก็บในตัววีดีโอวีดีโอแรม

ในตาราง AD2 ~ AD15,ADX เป็นแอดเดรสบัสที่มาจากส่วนมัลติเพล็กซ์ที่ได้มาจากส่วนอินเตอร์เฟสอีกทีจะเทียบตรงกับ A0~A13 ของวีดีโอแรม ส่วน ADX เป็นแอดเดรสที่ได้มาจากพอร์ทคอนโทรลเพื่อกำหนด แบลงค์ของจอภาพ เนื่องจากว่าหน่วยความจำวีดีโอแรมจะต้องใช้หน่วยความจำถึง 128 Kbytes ต่อการเก็บภาพหนึ่งภาพ ซึ่งก็คือจำนวนสองเซกเม้นต์ของหน่วยความจำบนเครื่อง IBM PC/XT/AT จะต้องมีที่ว่างไว้รองรับ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เปลืองหน่วยความจำมากและเพื่อความสะดวกในการอ้างแอดเดรสจอภาพ จึงได้จัดให้ใช้หน่วยความจำเพียงเซกเม้นต์เดียว โดยแยกเป็นสองแบลงค์คือ แบลงค์ศูนย์ที่อยู่ส่วนบนของจอภาพและแบลงค์หนึ่งที่อยู่ส่วนล่างของจอภาพ แต่ละส่วนจะมีขนาดเท่ากันคือ 64 Kbytes(หนึ่งเซกเม้นต์) ในการอ้างถึงแบลงค์ศูนย์หรือแบลงค์หนึ่งก็จะใช้การเข้าพุทพอร์ทคอนโทรลจากส่วนอินเตอร์เฟสสัญญาลักษณ์ คือ ADX เทียบได้กับ A14 ของวีดีโอแรมซึ่งหากมีค่าเป็นศูนย์ "Low" ก็จะเป็นการอ้างถึงแอดเดรสที่อยู่ส่วนบนของจอภาพ หากเป็นหนึ่ง "High" ก็จะเป็นแอดเดรสที่อยู่ด้านล่างของจอภาพ ดังแสดงในตารางที่ 4.3.3.1 และรูปที่ 4.3.3.3

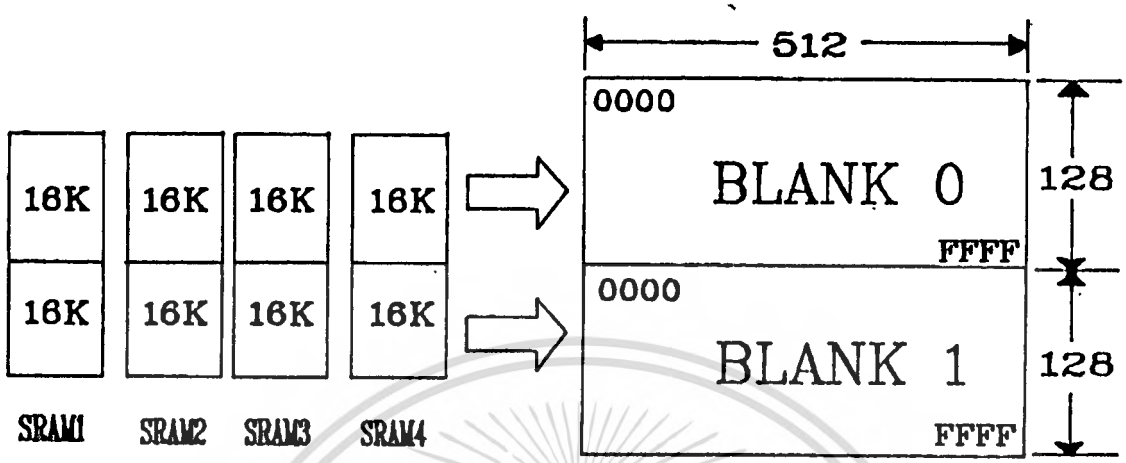
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบลงค์ศูนย์ (Blank 0)				
A14	A13 . . . . . A0	ไม่ใช้		ตัววีดีโอแรมที่ทำงาน
ADX	AD15 . . . . . AD2	AD1	AD0	
0	X X	0	0	ตัวที่ 4
0	X X	0	1	ตัวที่ 3
0	X X	1	0	ตัวที่ 2
0	X X	1	1	ตัวที่ 1
แบลงค์หนึ่ง (Blank 1)				
1	X X	0	0	ตัวที่ 4
1	X X	0	1	ตัวที่ 3
1	X X	1	0	ตัวที่ 2
1	X X	1	1	ตัวที่ 1

ตารางที่ 4.3.3.1

ตารางแสดงเลือกการทำงานของวีดีโอแรมแต่ละตัวด้วยสัญญาณ AD0,AD1 โดย A0 ถึง A14 เป็นทาแอดเดรสของตัววีดีโอแรม เมื่อเทียบกับ AD0 ถึง AD15,ADX ซึ่งเป็นสายแอดเดรสจากส่วนของอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.3.3

รูปแสดงถึงการแบ่งจอภาพเป็นสองส่วนหรือ แมมโมรี่แบลงค์ (memory blank)

จะเห็นว่าการใช้สตาติกส์วีดีโอแรมนี้สายบัสข้อมูล (data bus) ของวีดีโอแรมจะใช้ขาเดียวกัน คือเป็นแบบ สองทิศทาง (Bi-directional) ดังนั้นในการทำงานแต่ละโหมดซึ่งมีอยู่ด้วยกันถึง 3 โหมดการทำงาน สายบัสข้อมูลของวีดีโอแรมจะถูกแยกออกจากกันเพื่อให้การส่งข้อมูลเป็นไปโดยถูกต้อง โดยส่วนมัลติเพล็กและบัฟเฟอร์ ดังนั้นส่วนของมัลติเพล็กและบัฟเฟอร์จึงมีความสำคัญมาก และส่วนที่จะมาควบคุมการมัลติเพล็กก็จะได้มาจากการเอ้าพุทพอร์ทคอนโทรลจากส่วน อินเตอร์เฟสอีกที นอกจากนี้ส่วนอินเตอร์เฟสก็มีหน้าที่สำคัญอีกหลายอย่างดังที่จะได้กล่าวต่อในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ส่วนวงจรการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface) วงจรใช้งานจะอยู่ใน sheet 6 ข้อมูลภาพที่อยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรมที่ได้จากการเขียนภาพจากกล้องวงจรปิดด้วยสัญญาณจาก ส่วนเขียนข้อมูลภาพ (write part) และถูกอ่านเพื่อแสดงผลภาพนี้ออกสู่จอมอนิเตอร์ด้วยส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display part) ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลนั้นมาใช้ประโยชน์ในส่วนของคอมพิวเตอร์ได้ จึงต้องมีส่วนติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface part) ซึ่งหน้าที่และสิ่งที่ต้องการของส่วนติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์นี้คือ:

1) คอมพิวเตอร์สามารถใช้พื้นที่ของหน่วยความจำในวีดีโอแรมได้โดยสะดวกที่สุด เหมือนการใช้หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์เอง

2) ในการติดต่อเพื่อย้ายข้อมูลภาพจากหน่วยความจำวีดีโอแรมเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์หรือในทางกลับกันนั้น สามารถเลือกได้ว่าจะติดต่อย้ายข้อมูลในขณะที่อยู่ในช่วง แบลงค์ หรือไม่ก็ได้ ซึ่งในโครงงานของวิทยานิพนธ์ได้เลือกให้เป็นดังนี้

- ในขณะที่ต้องการเก็บภาพจากวีดีโอแรมลงสู่แผ่นหน่วยความจำ (disket) จะติดต่อกับวีดีโอแรมในทันที ทั้งนี้เพื่อต้องการความรวดเร็วในการเก็บภาพลงสู่แผ่นข้อมูล แต่ข้อเสียคือภาพที่ปรากฏที่จอขณะถูกอ่านข้อมูลเพื่อเก็บลงแผ่นข้อมูลนั้นภาพจะกระพริบเล็กน้อย

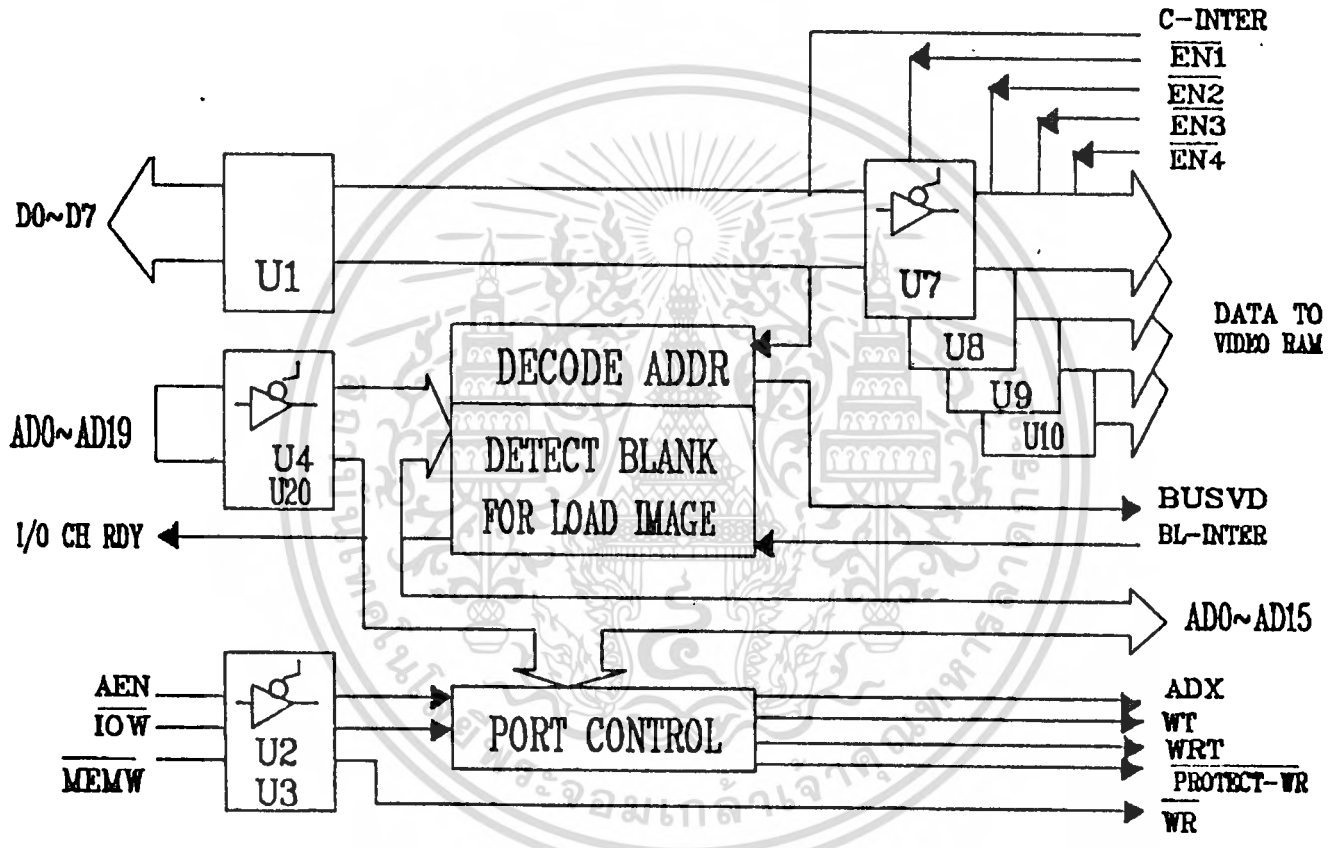
ส่วนในขณะที่โหลดภาพ (load image) หรือย้ายข้อมูลภาพจากแผ่นเก็บข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม ข้อมูลภาพจะถูกเขียนลงสู่หน่วยความจำในช่วงของ แบลงค์หรือช่วงที่ไม่ได้แสดงภาพบนจอมอนิเตอร์ จะสังเกตุเห็นภาพค่อยๆถูกเขียนปรากฏลงบนจอมอนิเตอร์ โดยภาพจะไม่กระพริบเพียงแต่การโหลดอาจช้าบ้างเล็กน้อย

3) มีส่วนของพอร์ทคอนโทรล กำหนดการทำงานในโหมดการทำงานทั้งสามโหมดที่ได้กล่าวมาแล้ว

ในวิทยานิพนธ์ได้กำหนดให้ใช้งานติดต่อกับเครื่องที่มีใช้งานกับโดยทั่วไปคือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT/AT หรือเครื่องที่ใช้แทนกันได้ (compartible) วงจรของส่วนนี้จะอยู่ในแผ่นวงจร sheet 6 ในภาคผนวก และถูกนำมาเขียนเป็นไดอะแกรมเพื่อให้ง่ายแก่การพิจารณาที่จะได้กล่าวต่อไป ซึ่งดังแสดงในรูปที่ 4.4.1 ในรูปไดอะแกรมส่วนทางซ้ายมือนั้นจะต่อกับ ช่องสล็อต (slot) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนทางขวาเป็นสัญญาณควบคุมต่างๆและบัสข้อมูลที่ไปสู่ตัวเครื่องเก็บภาพ บัสข้อมูลเมื่อผ่านบัฟเฟอร์ U1 (บัฟเฟอร์แบบสองทิศทาง) ก็จะถูกแยกขนานออกเป็น 4 ทาง โดยผ่านบัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U7,U8,U9 และ U10 เนื่องจากว่าข้อมูลที่อยู่ต่างแอดเดรสกันจะถูกเขียนเข้าสู่วีดีโอแรมจะต้องถูกเขียนลงในวีดีโอแรมแต่ละตัวตามแอดเดรสนั้นๆเพื่ออ้างถึงหน่วยความจำวีดีโอแรม และสัญญาณในการอีนาเบิ้ลบัฟเฟอร์ทั้ง 4 ตัวคือ $\overline{EN1}$,$\overline{EN2}$,$\overline{EN3}$,$\overline{EN4}$ นั้นจะได้มาจากส่วนของการมัลติเพล็กซึ่งเป็นสัญญาณเดียวกันกับสัญญาณในการอีนาเบิ้ล วีดีโอแรม ($\overline{CS1}$,$\overline{CS2}$,$\overline{CS3}$,$\overline{CS4}$) ที่ได้กล่าวมาแล้ว ในหัวข้อของส่วนวีดีโอแรม



รูปที่ 4.4.1

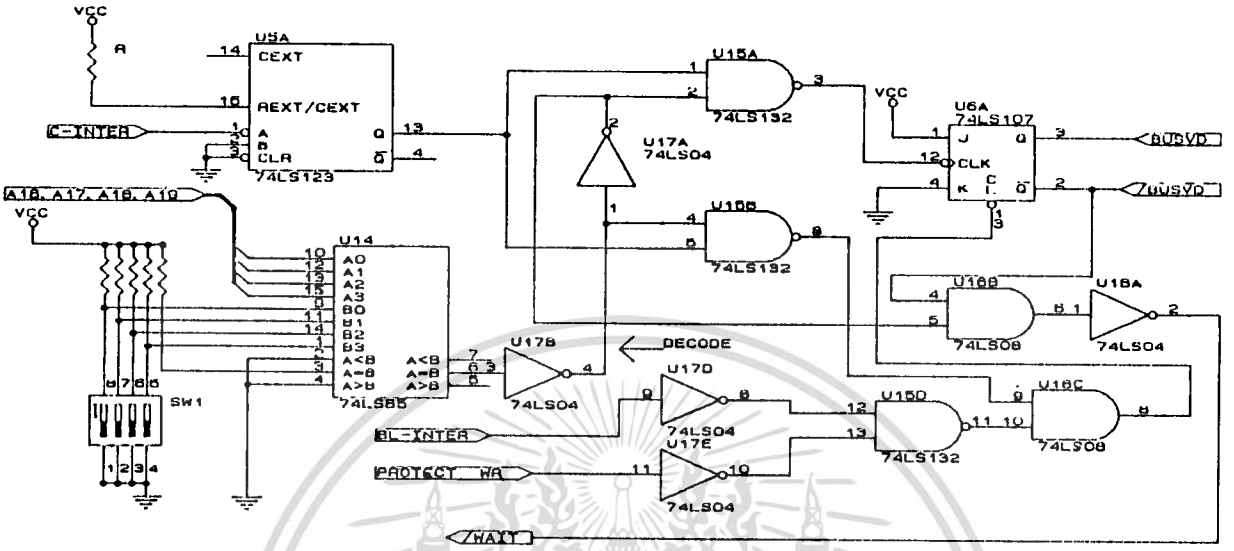
รูปไดอะแกรมของส่วนติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT/AT

ในรูปที่ 4.4.1 จะมีส่วนที่จะพิจารณาคือส่วนดีโค็ด,ส่วนกำหนดการอ่านเขียนวีดีโอแรมในช่วงแบลงค์ (decode & detect blank) และส่วนของพอร์ทคอนโทรล (port control) เพื่อกำหนดการทำงานในโหมดทั้งสามของเครื่องเก็บภาพ ส่วนแรกที่จะพิจารณาคือส่วนของการดีโค็ดหน่วยความจำและส่วนของการกำหนดการเขียนข้อมูลภาพซึ่งวงจรที่พิจารณาแสดงดังในรูปที่ 4.4.2

ในการดีโค็ดแอดเดรสจะนำ A16~A19 มาให้กับ U14 ซึ่งเป็นตัวเปรียบเทียบกับค่าโลจิกในดิฟสวิชท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SW1 ดังนั้น ดิฟสวิช์ทนี้ก็จะใช้ในการกำหนดแอดเดรสเซทเม้นต์ของหน่วยความจำวีดีโอแรม ซึ่งโดยปกติจะกำหนดไว้ที่ D000:0000 ถึง D000:FFFF ซึ่งจะมักจะว่างไว้สำหรับให้ผู้ใช้เครื่อง IBM PC ทั่วไป



รูปที่ 4.4.2

รูปแสดงถึงวงจรส่วนที่ดีโค๊ดแอดเดรสและส่วนกำหนดการอ่านเขียนหน่วยความจำในช่วงของแบลงค์เพื่อไม่ให้ภาพที่มอนิเตอร์กระพริบ

ในการติดต่อหรืออ่านเขียนกับหน่วยความจำวีดีโอแรมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นั้นจะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อหน่วยความจำวีดีโอแรมนั้นอยู่ในโหมดของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์เท่านั้นดังที่ได้กล่าวมาก่อนแล้ว นั่นหมายความว่าวีดีโอแรมจะถูกอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์อยู่ตลอดเวลาด้วยสัญญาณควบคุมจากส่วนอ่านข้อมูลภาพ (display part) ฉะนั้นเมื่อต้องการจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลในวีดีโอแรม (อ่าน-หรือเขียน) ก็จะต้องให้สัญญาณควบคุมของไมโครคอมพิวเตอร์จากส่วนติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์แทรกเข้าไปแทนที่ในช่วงนั้น ซึ่งในการแทรกนั้นจะมีอยู่สองกรณีคือ

กรณีที่หนึ่งจะแทรกสัญญาณของไมโครฯเข้าไปทันทีเมื่อมีการเรียกใช้หน่วยความจำวีดีโอแรมด้วยไม-โครคอมพิวเตอร์ ซึ่งกรณีนี้จะแทรกสัญญาณอ่านหรือเขียนทันทีทำให้อ่านเขียนได้รวดเร็วแต่ภาพที่ปรากฏบนมอนิเตอร์จะกระพริบไปเนื่องจากการแทรกของสัญญาณอาจไปตรงกับช่วงกำลังแสดงภาพอยู่ใน แต่ละฟิลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

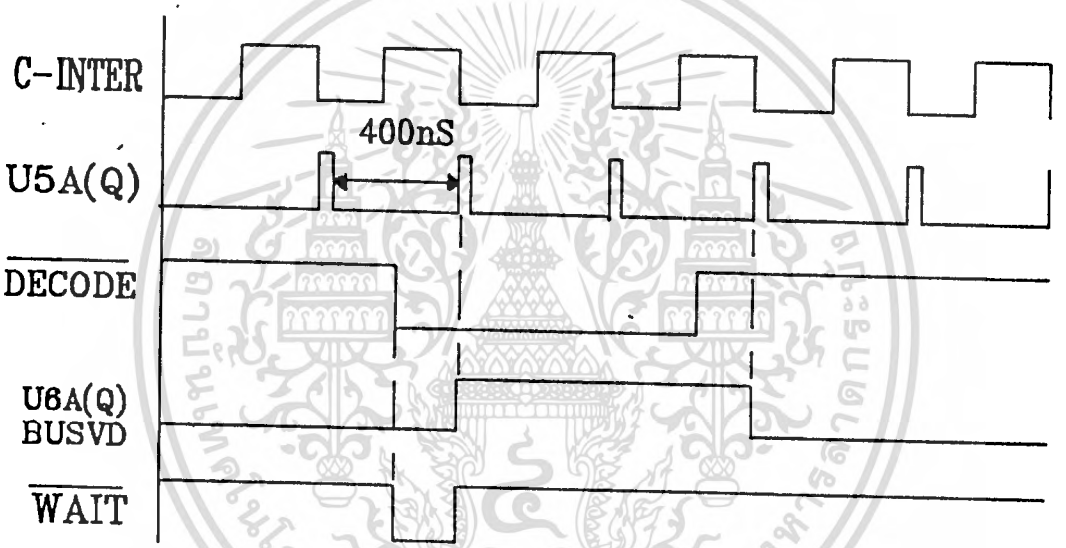
ส่วนอีกกรณีคือ จะแทรกสัญญาณเข้าไปในช่วงที่จอภาพไม่มีการสแกนข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ หรือในช่วงแบลงค์ของการสแกนแต่ละฟิลด์ แบบนี้จะไม่มีการกระพริบของภาพปรากฏที่หน้าจอแต่ในการอ่านเขียนข้อมูลกับวีดีโอแรมจะช้าลงเล็กน้อยเพราะเครื่องไมโครฯ จะต้องรอถึงช่วงของ แบลงค์ เพื่ออ่านหรือเขียนหน่วยความจำกรณีที่ข้อมูลภาพมากๆก็จะต้องรอช่วงแบลงค์ของภาพหลายครั้ง

ในรูปที่ 4.4.2 เป็นวงจรที่ใช้งาน และจะสังเกตุว่ามีสัญญาณควบคุมจังหวะอ่านเขียนภาพ อยู่ 2 สัญญาณคือ C-INTER,BL-INTER ซึ่งมาจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display part) โดยสัญญาณกาารดีโค็ดแอดเดรสเมื่อมีการอ้างวีดีโอแรมจากไมโครฯ จะได้จาก U17B เข้าสู่ส่วนที่ทำสัญญาณ BUSVD ซึ่งจะใช้ในการกำหนดให้ส่วนมัลติเพล็กเลือกสัญญาณของไมโครฯ เพื่อแทรกสัญญาณเข้าไปในช่วงเวลาที่ต้องการนั้น ประกอบด้วย U15A,U15B,U17A และ U6A ซึ่งเป็น เจ-เค ฟลิอปฟลอบ สัญญาณการอ้างแอดเดรสจากไมโครฯ จะไม่สามารถเซท ตัวฟลิอบฟลอบได้เนื่องจากว่าต้องรอ พัลซ์ที่เป็นบวกจากตัวโมโนสเตเบิ้ล U5A ในการเปิดเกท U15A,U15B ดังนั้นสัญญาณที่ได้จาก U18A ก็จะมีโลจิกเป็นศูนย์ ในช่วงที่มีสัญญาณอ้างแอดเดรสจากไมโครฯและไม่มีสัญญาณพัลซ์บวกจาก U5A โลจิกศูนย์ที่ได้นี้จะใช้เป็นสัญญาณการรอ (wait state) แก่ไมโครฯเพื่อรอจังหวะการอ่านหรือเขียน ดังนั้นสัญญาณ BUSVD ก็จะไม่แอดตีฟในช่วงนี้ และเมื่อมีพัลซ์บวกจากโมโนสเตเบิ้ลเกิดขึ้นก็เป็นการเปิดเกทให้เซทตัวฟลิอบฟลอบทำให้ BUSVD แอดตีฟขึ้นจะแอดตีฟนานเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับสัญญาณการอ้างแอดเดรสจากไมโครฯ

จะเห็นได้ว่าซีพียูหรือไมโครฯจะรอเพื่อเขียนข้อมูลเมื่อมีพัลซ์จากโมโนสเตเบิ้ลเท่านั้นมาเปิดเกท และพัลซ์นี้จะสร้างขึ้นมาจากรูปคลื่นสี่เหลี่ยม C-INTER สัญญาณ C-INTER จะเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ใช้ในการนับแอดเดรสของวีดีโอแรมแต่ละครั้งส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์มีคาบเวลาเป็น 400 นาโนวิ-นาที และถูกทำเป็นพัลซ์เล็กๆที่ขอบขาลงเพื่อให้ในการเปิดเกท สาเหตุที่ต้องทำเช่นนี้เนื่องจากว่าโดยปกตินั้นวีดีโอแรมจะถูกอ่านข้อมูลออกแสดงเสมอดังที่กล่าวมา ฉะนั้นเมื่อต้องการแทรกสัญญาณเข้าไปก็จะต้องเป็นช่วงที่สิ้นสุดไซเคิลของการอ่านในแต่ละครั้ง หรือในช่วงเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงแอดเดรสของส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (ขอบขาลงของ C-INTER) เพื่อไม่ให้ข้อมูลเสียหาย ดังนั้นจึงต้องทำให้เกิดพัลซ์บวกในช่วงขอบขาลงของ C-INTER เพื่อใช้เปิดเกททริกฟลิอบฟลอบ การอ้างแอดเดรสอ่านเขียนด้วยไมโครฯ แบบนี้จะเสียเวลารอน้อยมากไม่เกิน 400 นาโนวินาที ซึ่งผู้ใช้จะไม่รู้สึกว่ารอเลยแต่ภาพที่มอนิเตอร์อาจกระพริบได้ ในกรณีที่ต้องอ่านเขียนภาพในช่วงแบลงค์ก็สามารถทำได้โดยนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแบลงค์ มากำหนดการทำงานของฟลิอบฟลอบอีกทีในรูปที่ 4.4.2 คือสัญญาณ BL-INTER(สัญญาณ-แบลงค์) ที่มีพัลซ์เป็น บวกมาผ่านเข้าชุดของ U17D,U17E,U15D ซึ่งประกันเป็น ออร์เกท (orgate) ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถกำหนดได้ว่าจะให้มีการนำสัญญาณ BL-INTER ผ่านเข้ามาที่ U16C (andgate) กำหนดให้อ่านเขียนในช่วงแบลงค์หรือไม่โดยการเอ้าพุทพอร์ทระดับโลจิกศูนย์หรือหนึ่งจากพอร์ทคอนโทรล (PROTECT WR) มาที่ชุดของออร์เกทอีกที ไดอะแกรมเวลาส่วนวงจรนี้แสดงดังรูปที่ 4.4.3



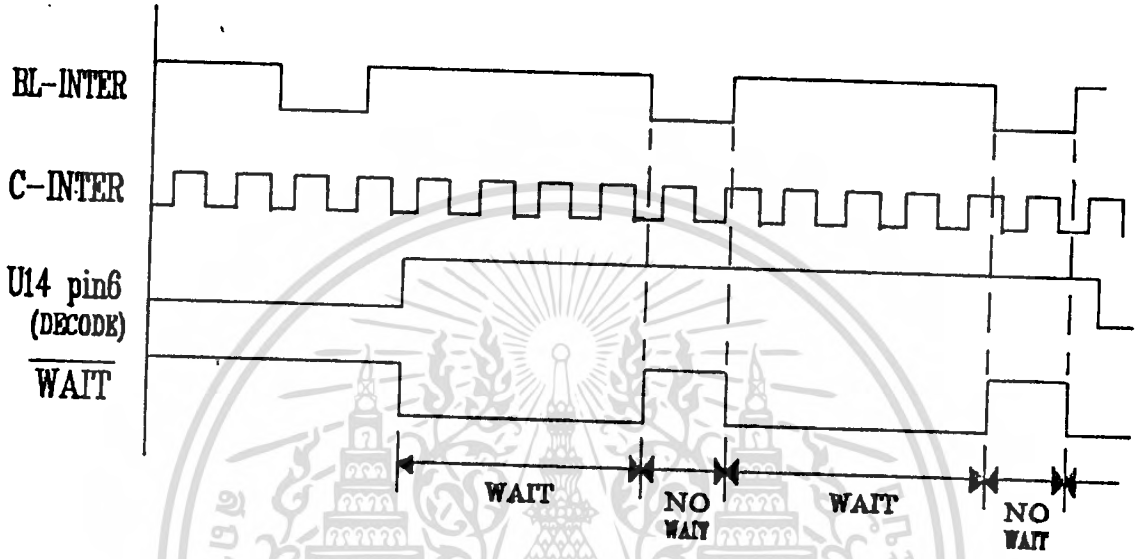
รูปที่ 4.4.3

รูปแสดงไดอะแกรมเวลาการเกิดสัญญาณ BUSVD เมื่ออ่านเขียนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 4.4.3 จะสังเกตุเห็นได้ว่าจะมีสัญญาณการรอ (wait state) ไปให้คอมพิวเตอร์จะเกิดขึ้นทุกครั้งหากมีการอ้างแอดเดรสของไมโครฯเกิดขึ้นในช่วงระหว่างที่วีดีโอแรมยังไม่เสร็จสิ้นการอ่านในแต่ละครั้ง และจะหมดไปเมื่อเสร็จสิ้นการอ่านทำให้สัญญาณ BUSVD เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เหมาะ-สมและเมื่อการอ้างแอดเดรสของไมโครฯจบสิ้นลง (อ่านหรือเขียนเสร็จ) สัญญาณ BUSVD ก็จะถูกถอนออกไป ดังนั้นลูกคลื่นต่อมาก็จะเป็นการให้แอดเดรสจากส่วนอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์เข้ามาแทนที่เพื่ออ่านข้อมูลภาพนั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีสัญญาณแบลงค์ (BL-INTER) เข้ามาร่วมด้วยเมื่อมีการอ้างแอดเดรสของไมโครฯก็จะทำให้เกิดสัญญาณการรอทุกครั้งที่มีการแสดงภาพ สัญญาณการรอจะไม่มีเมื่ออยู่ในช่วงแบลงค์ ดังรูป 4.4.4

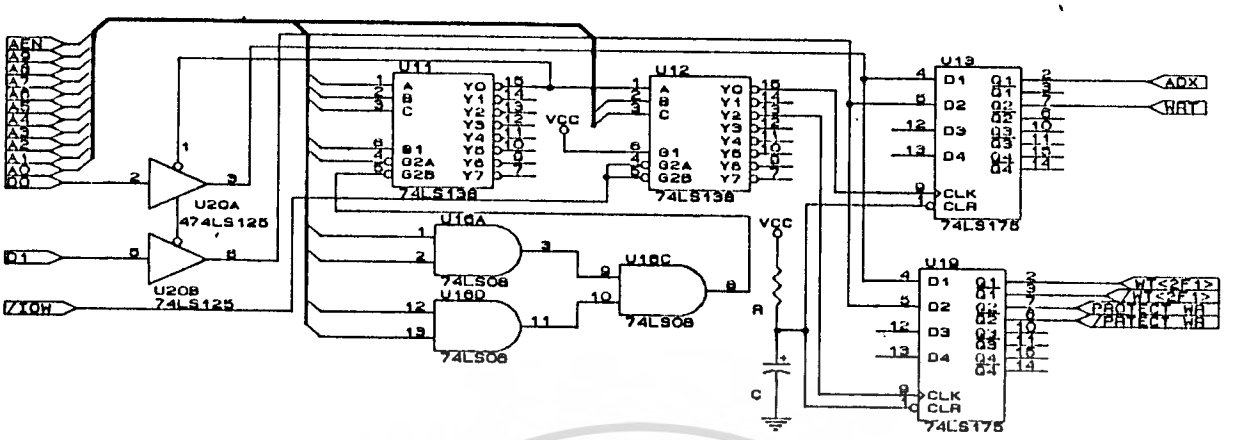


รูปที่ 4.4.4

รูปแสดงถึงสัญญาณการรอที่เกิดขึ้นเมื่อมีการการอ่านหรือเขียนด้วยไมโครฯโดยใช้สัญญาณ แบลงค์มาใช้กำหนดช่วงเวลา

ส่วนของพอร์ทคอนโทรลที่แสดงดังรูปที่ 4.4.1 เหตุที่ต้องมีส่วนนี้ก็เพื่อใช้เป็น ซอฟท์แวร์สวิชท์กำหนดการทำงานของเครื่องซึ่งได้กล่าวมาแล้วว่ามีด้วยกันสามโหมด นอกจากนี้ส่วนของพอร์ทคอนโทรลนี้ยังนำมาใช้ในอย่างอื่นอีก เช่นการกำหนดให้เครื่องไมโครฯทำการอ่านเขียนในช่วงแบลงค์หรือไม่, การป้องกันข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำเสียหายเมื่อมีการอ่านเพื่อย้ายข้อมูลมากๆ จากหน่วยความจำวีดีโอแรม ,การแสดงภาพเดิมเมื่อยังไม่มีการเขียนภาพใหม่ทับลงไป (recall image) และการกำหนดส่วนของจอภาพที่จะอ่านเขียน (แบลงค์ศูนย์ และแบลงค์หนึ่ง) วงจรส่วนที่ใช้งานจะแสดงดังรูปที่ 4.4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.5

รูปแสดงถึงวงจรส่วนของพอร์ทคอนโทรลที่ใช้งาน

การดีโค้ดพอร์ทจะใช้ไอซีดีโค้ดคือ U11,U12 และใช้ข้อมูลจากบัส D0,D1 มาใช้เป็นข้อมูลของพอร์ทโดยการนำมา แลทช์ (latch) ด้วย U13,U19 ซึ่งเป็นแบบ ดี-ฟลิอบฟลอบ (D-flipflop) ที่ต้องใช้ตัวแลทช์ถึงสองตัวเพราะว่าได้ทำการดีโค้ดพอร์ทไว้สองเบอร์ เพราะต้องใช้งานหลายอย่างดังที่กล่าวในข้างต้น เบอร์พอร์ทที่ใช้งานคือ เบอร์ 02f0 และเบอร์ 02f1 ซึ่งปกติเครื่องไมโครฯจะว่างไว้ให้ผู้ใช้ โดยพอร์ท 02f0 นั้นจะใช้ดังนี้:-

การกำหนดส่วนของจอภาพในการอ่านหรือเขียนจอภาพ (แบลงค์ศูนย์หรือแบลงค์หนึ่ง)หรือ สัญญาลักษน์ที่ใช้คือ ADX

กำหนดการนำภาพเดิมที่อยู่ในวีดีโอแรมกลับมาแสดง (recall image) สัญญาลักษน์คือ WRT

ส่วนพอร์ท 02f1 จะใช้ดังนี้:-

กำหนดโหมดการทำงานของเครื่อง สัญญาลักษน์คือ WT<2f1> (write mode หรือ display mode)

กำหนดป้องกันข้อมูลเสียเมื่อมีการอ่านข้อมูลจำนวนมากๆจากวีดีโอแรม สัญญาณลักษน์คือ $\overline{\text{PROTECT WR}}$

กำหนดการอ่านหรือเขียนในช่วงแบลงค์ จะใช้พอร์ทเดียวกับ $\overline{\text{PROTECT WR}}$ คือสัญญาณ PROTECT WR

ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมก็จะต่างกันไปซึ่งจะสรุปเป็นตารางดังในตารางที่ 4.4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์พอร์ท	ข้อมูลที่ส่ง		การกำหนดการทำงานของข้อมูลที่ส่ง
	D1	D0	
2f0	0	0	เลือกจอภาพส่วนบนหรือแบลงค์ศูนย์
2f0	0	1	เลือกจอภาพส่วนล่างหรือแบลงค์หนึ่ง
2f0	1	X	นำภาพเดิมในวีดีโอแรมออกแสดงมอนิเตอร์
2f1	0	0	กำหนดโหมดอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์
2f1	0	1	กำหนดโหมดเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด
2f1	1	0	อ่านข้อมูลวีดีโอแรมได้ทันทีไม่คำนึงถึงช่วงแบลงค์และให้สัญญาณ $\overline{\text{PROTECT WR}}$ ป้องกันข้อมูลวีดีโอแรมเสียหาย

ตารางที่ 4.4.1

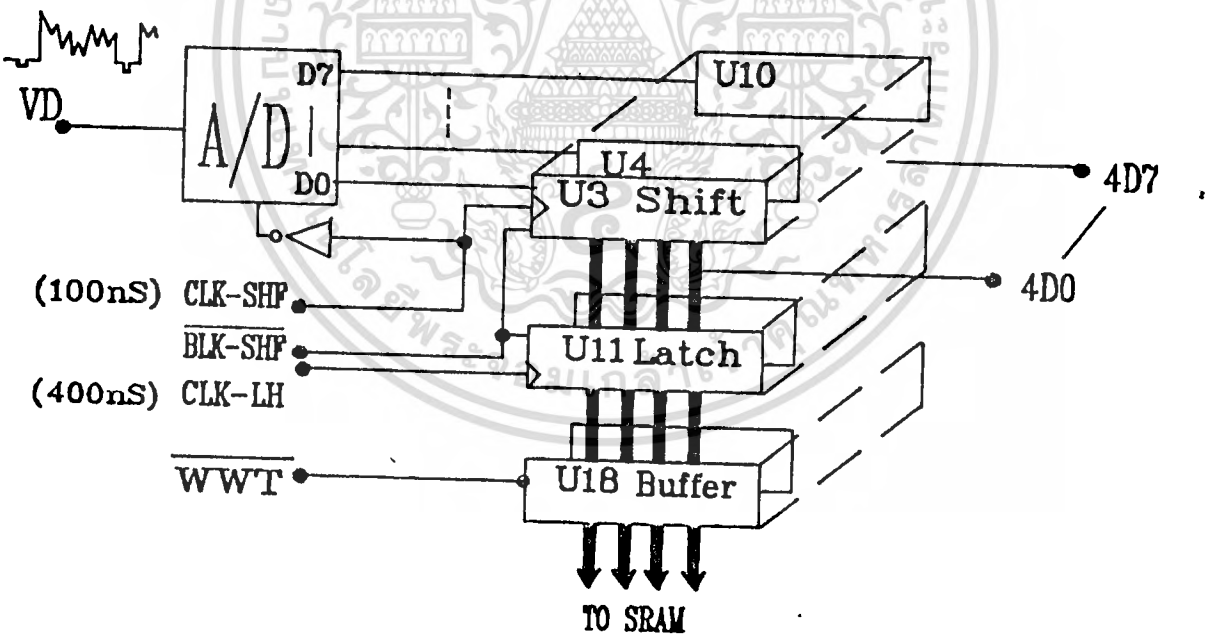
ตารางแสดงการให้ข้อมูลเพื่อกำหนดโหมดการทำงานและหน้าที่อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ส่วนเปลี่ยนข้อมูลภาพอนาล็อกเป็นดิจิตอลและส่วนเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นข้อมูลภาพแบบอนาล็อก

ในการเปลี่ยนข้อมูลภาพที่มาจากกล้องให้ไปเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลจะใช้ ชิฟไอซีที่ทำงานที่ความเร็วสูงคือ ใช้ความถี่ในการแซมปลิ้งภาพ (sampling) ขนาด 10 MHz นั่นหมายความว่าข้อมูลแต่ละครั้งที่ถูกเปลี่ยนเป็นดิจิตอลจะมีเวลาประมาณ 100 นาโนวินาทีก่อนจะมีการสุ่มข้อมูลครั้งต่อไป และเพื่อให้สามารถเขียนข้อมูลภาพนี้เข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมที่มีแอสเซสไทม์ 200 นาโนวินาทีได้ทันเวลา จึงต้องนำข้อมูลภาพดิจิตอลนี้มาเลื่อนโดยตัวไอซีชิฟรีจีสเตอร์ก่อน 4 บิทจากนั้นก็แลทช์ข้อมูลไว้ แล้วจึงเขียนลงสู่หน่วยความจำพร้อมกันทั้ง 4 ตัว การแลทช์ข้อมูลจะทำการแลทช์ 1 ครั้งเมื่อมีการสุ่มภาพ 4 ครั้ง (4 จุดภาพ) โดยตัวเลื่อนข้อมูลจะทำการเลื่อนข้อมูลไปเรื่อยๆตลอดเวลา

รูปวงจรใช้งานของส่วนนี้แสดงไว้ในภาคผนวก sheet 4 และนำมาเขียนเป็น ไดอะแกรมเพื่อพิจารณา แสดงได้ดังในรูปที่ 4.5.1

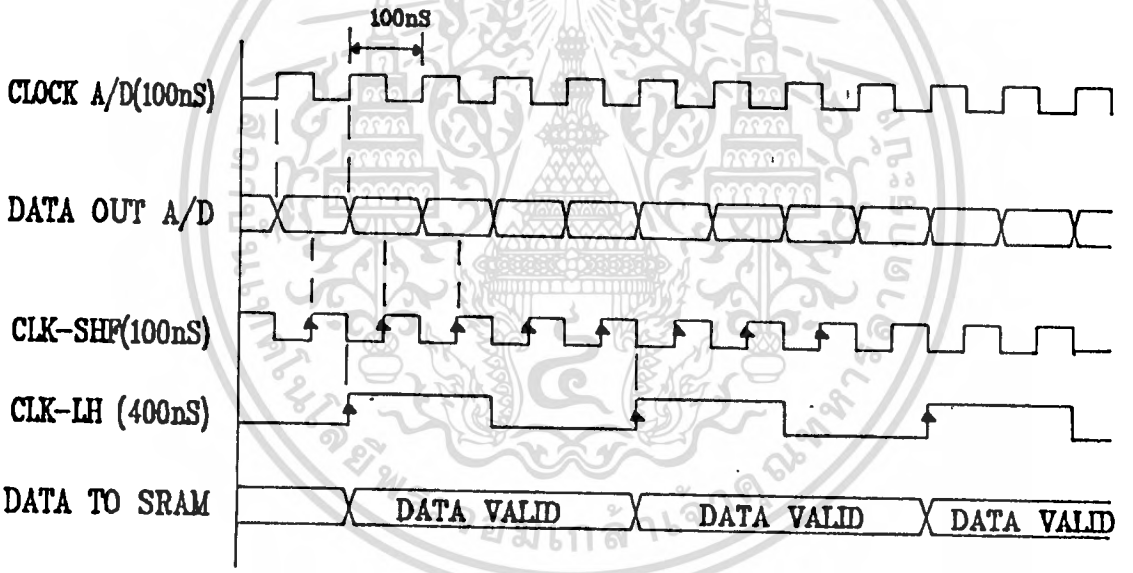


รูปที่ 4.5.1

รูปแสดงถึงไดอะแกรมของส่วนนำข้อมูลดิจิตอลเข้าสู่วีดีโอแรมเพื่อเทียบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากว่า ข้อมูลภาพที่เป็นแบบดิจิตอลนั้นมีจำนวน 8 บิทฉะนั้นจึงต้องใช้ตัวเลื่อนข้อมูลชิฟรีจีส-เตอร์จำนวน 8 ตัวคือ U3 ถึง U10 และจะเลื่อนข้อมูลไปด้วยความถี่ขนาด 10 MHz เท่ากับความถี่ในการสุ่มภาพในรูปที่ 4.5.1 สัญญาลักษณ์คือ CLK-SHF ส่วน $\overline{\text{BLK-SHF}}$ เป็นสัญญาณแบลงค์ที่นำมาเคลียร์ชิฟรีจีสเตอร์และตัวแลทช์ข้อมูลในช่วงแบลงค์, CLK-LH เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ต่ำกว่าความถี่ที่ใช้ในการสุ่มภาพเป็น 4 เท่าทั้งนี้เพื่อนำมาใช้เป็นสัญญาณแลทช์ข้อมูลให้แก่ U11 ถึง U14 แยกข้อมูลออกเป็น 4 ทางไปสู่วีดีโอแรมแต่ละตัวต่อไป สัญญาณภาพที่เป็นดิจิตอลส่วนหนึ่งจากตัวเลื่อนข้อมูลหรือชิฟรีจีสเตอร์ทั้ง 8 คือ 4D0 ถึง 4D7 จะถูกนำไปเข้าสู่ตัวมัลติเพล็กในส่วนของวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อกเพื่อใช้แสดงภาพเคลื่อนไหวตามการจับภาพของกล้องในกรณีที่ยังไม่ทำการเก็บภาพเข้าสู่หน่วยความจำ

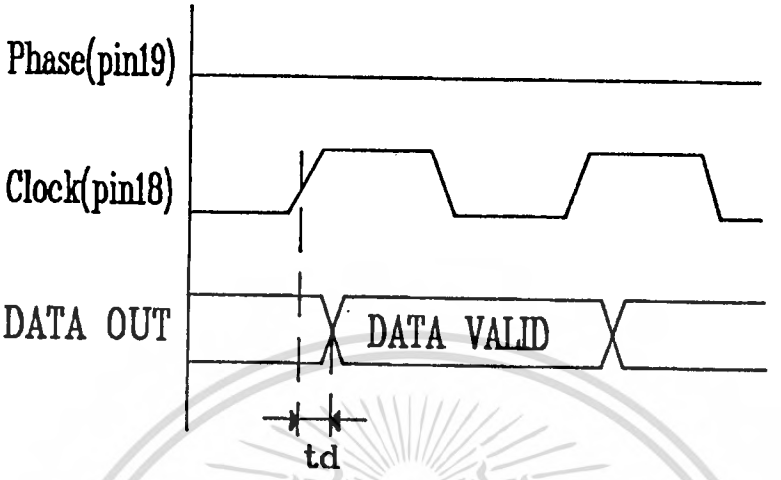


รูปที่ 4.5.2

รูปแสดงถึงไดอะแกรมเวลาของส่วนเลื่อนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม

จากไดอะแกรมเวลารูปที่ 4.5.2 สัญญาณขนาด 10 MHz (CLK-SHF) ที่เข้าสู่ ชิฟ Flash A/D จะถูกกลับสัญญาณก่อน เนื่องจากว่าข้อมูลเอ้าพุทดิจิตอลที่ได้ออกมาจะถูก ดีเลย์ (delay) ไปเล็กน้อย เนื่องจากตัว ชิฟเองดังแสดงไดอะแกรมเวลาจากคู่มือของตัว Flash A/D ในรูปที่ 4.5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.3

รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของข้อมูลดิจิตอลเข้าพุทที่ได้ที่ถูกดีเลย์ไปเล็กน้อย

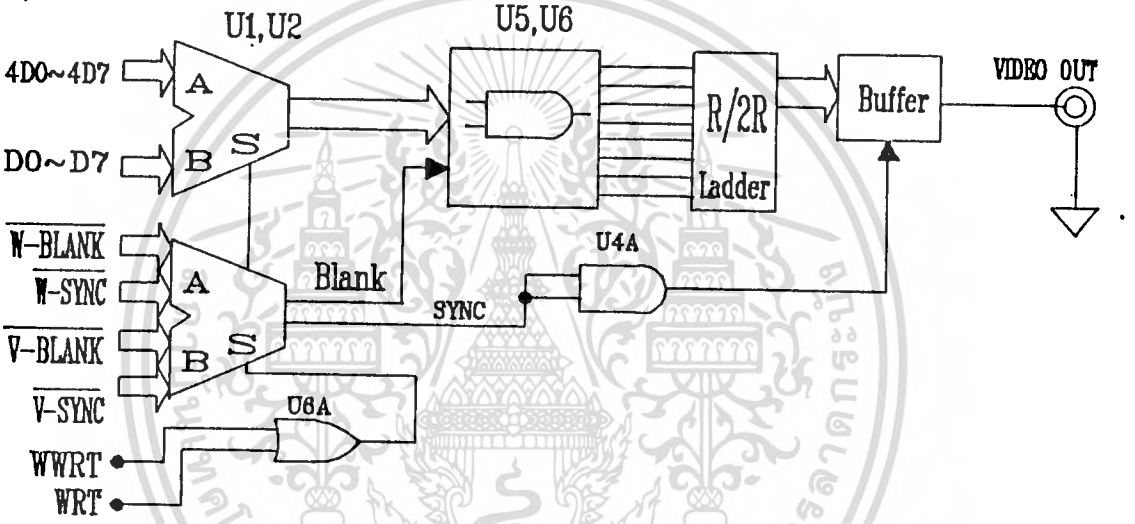
ดังนั้นเพื่อมั่นใจว่าข้อมูลได้คงที่แล้วจึงทำการเลื่อนข้อมูลในชิฟรีจีฟเตอร์ คล็อก CLK-SHF ของตัวชิฟรีจีฟเตอร์จะเลื่อนข้อมูลที่ขอบขาขึ้นของคล็อก (clock) ดังแสดงในรูปที่ 4.5.2 คล็อกที่ใช้แลทช์ข้อมูลจะแลทช์ที่ช่วงขอบขาลงของคล็อก CLK-SHF ที่ใช้เลื่อนข้อมูลในตัวชิฟรีจีฟเตอร์ โดยจะเลื่อนข้อมูลไป 4 ครั้งแล้วจึงแลทช์ไว้ ข้อมูลจะผ่านบัฟเฟอร์ U15 ถึง U18 ($\overline{\text{WWT}}$ เป็น ศูนย์) เข้าสู่วีดีโอแรมในแต่ละตัว

ส่วนของวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณภาพอนาล็อก หน้าที่ของส่วนนี้คือเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลที่ได้จากการเลื่อนข้อมูลหรือในหน่วยความจำวีดีโอแรมที่ถูกอ่านออกมา ที่มีขนาด 8 บิทให้กลับไปเป็นสัญญาณภาพอนาล็อกเพื่อจ่ายไปสู่มอนิเตอร์ต่อไป ในส่วนนี้เรียกได้ว่าเป็นส่วนรวมสัญญาณซิงค์กับสัญญาณภาพ (composite) โดยวงจรจะอยู่ใน sheet 5 ในภาคผนวกซึ่งนำมาเขียนเป็นไดอะแกรมดังรูปที่ 4.5.4

สัญญาณภาพดิจิตอลที่มาจากตัวเลื่อนข้อมูลชิฟรีจีฟเตอร์ (4D0~4D7) และที่มาจากหน่วยความจำ (D0~D7) จะถูกนำมาเข้าตัวมัลติเพล็ก U1,U2 ก่อนโดยใช้สัญญาณ WWRT,WRT ควบคุมซึ่งจะใช้ในการกำหนดโหมดแสดงผลภาพในวีดีโอแรมเมื่อเขียนภาพเสร็จสิ้น และการนำภาพเดิมในวีดีโอแรมมาแสดง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(recall) ตามลำดับ ข้อมูลดิจิตอลที่ผ่านตัวมัลติเพล็กเข้ามาจะเข้าสู่วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อกซึ่งในวงจรได้ใช้แบบ R/2R จะสามารถหาค่าความต้านทานได้ง่ายกว่าแบบเวทติ้ง (weighing) เพราะข้อมูลมีถึง 8 บิท หากดูในวงจร sheet 5 จะเห็นได้ว่าข้อมูลดิจิตอลจะนำมาผ่าน แอนเกท U5,U6 ก่อนเนื่องจากว่าต้องนำสัญญาณแบลงค์มารวมโดยเมื่อมีแบลงค์จะให้ระดับโลจิกเป็นศูนย์คือระดับมืดนั่นเอง



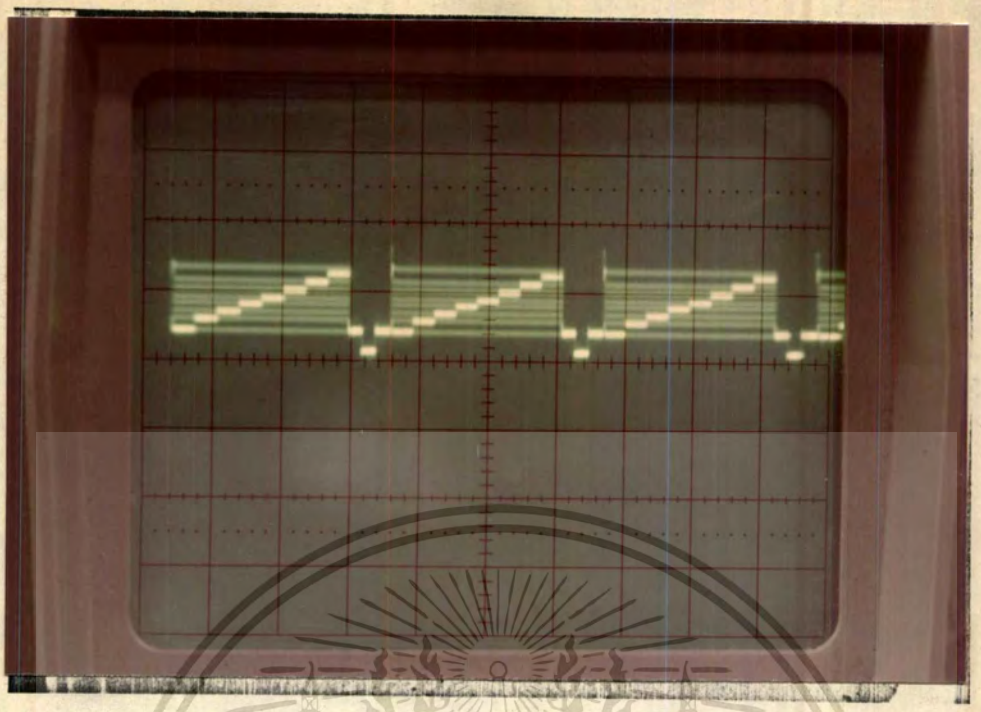
รูปที่ 4.5.4

รูปแสดงไดอะแกรมของส่วนรวมสัญญาณภาพ (composite)

เอ้าพุทที่เป็นสัญญาณอนาล็อกจาก R/2R จะถูกนำมารวมกับสัญญาณ ซิงค์อีกครั้งจากนั้นก็จะผ่านบัฟเฟอร์ ซึ่งใช้เป็น ทรานซิสเตอร์ต่อลักษณะดาร์ลิงตัน (darlington) เพื่อเพิ่มกระแส เนื่องจากเอ้าพุทจะต้องไปจ่ายกระแสแก่มอนิเตอร์

จะเห็นได้ว่าวงจรจะใช้ในลักษณะเน้นถึงความประหยัดอุปกรณ์และสามารถใช้งานได้ดี โดยสัญญาณภาพเอ้าพุทที่ใช้งานจะมีระดับประมาณ 1.5 โวลท์ดังแสดงในรูปที่ 4.5.5 ซึ่งสามารถนำไปใช้กับมอนิเตอร์โดยทั่วไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.5

รูปแสดงถึงสัญญาณภาพเข้าพุทสู่มอนิเตอร์ที่วัดโดยออสซิลโลสโคปซึ่งสัญญาณมีความสูงประมาณ 1.4 โวลท์ โดยการป้อนสัญญาณเข้าสู่วีดีโอแวมเป็น ริ้วระดับขาวดำทางแนวตั้งและแนวขวางตังแสดงในรูปที่ 4.5.6

รูปที่ 4.5.6

รูประดับขาวดำที่เทียบในวีดีโอแวม

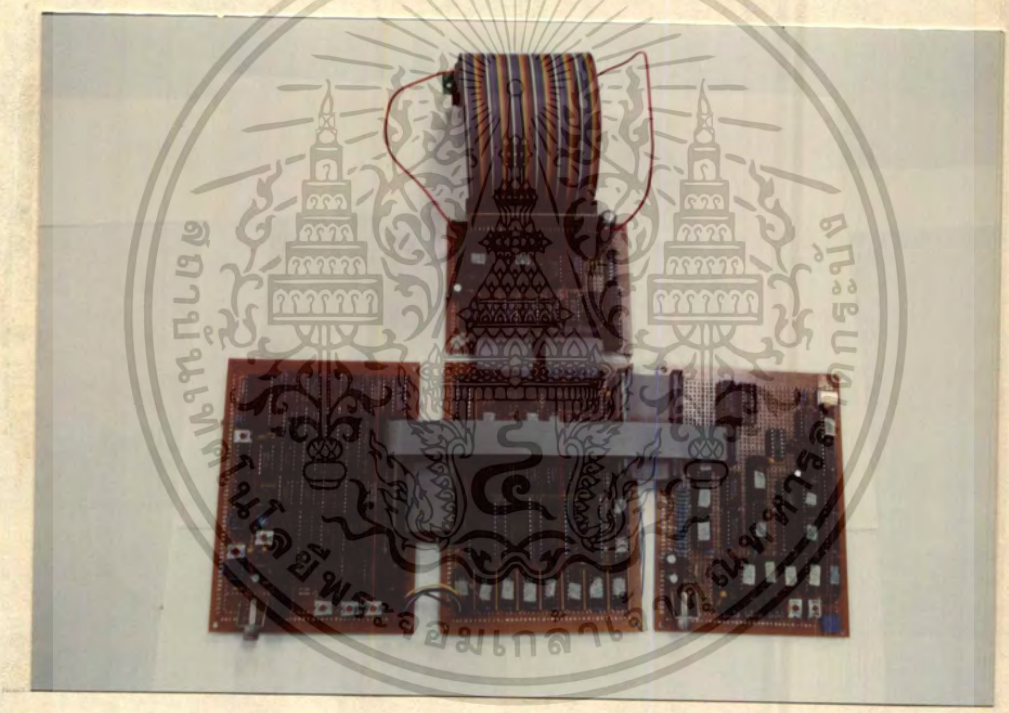
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ลักษณะคุณสมบัติของตัวเครื่องและการใช้งานของซอฟร์แวร์

ในบทนี้จะได้กล่าวถึง คุณสมบัติของตัวเครื่องที่ทดลองสร้าง, การต่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์และได้สรุปถึงการทำงานของตัวเครื่องในรูปของโพลท์ชาทร์ (flow chart) ซึ่งเป็นการควบคุมการทำงานตามซอฟร์แวร์

5.1 การทดลองสร้างเครื่องต้นแบบ ตัวเครื่องได้ออกแบบเป็นลักษณะของการ์ดที่ต้องใช้สองแผ่นประกอบกันเนื่องจากจำนวนของอุปกรณ์จากแผ่นต้นแบบที่สร้างครั้งแรก 4 แผ่น ดังแสดงในรูปที่ 5.1.1



รูปที่ 5.1.1

รูปแสดงถึงแผ่นต้นแบบที่ทดลองสร้างเป็นครั้งแรก

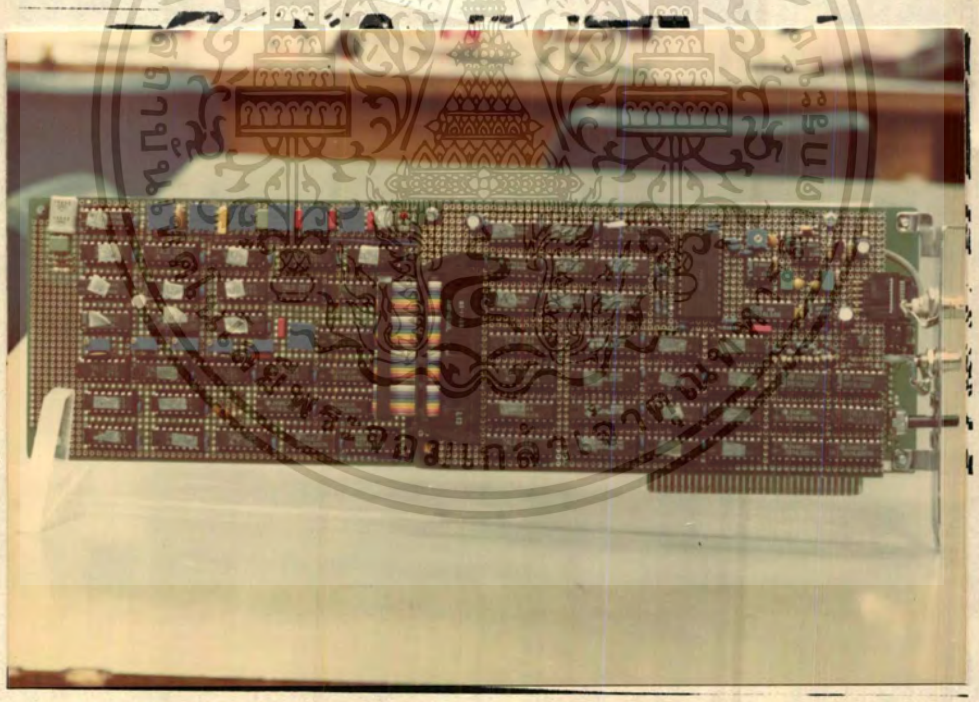
ส่วนแผ่นการ์ดที่ได้ทดลองสร้างใช้งานกับเครื่อง IBM PC/XT/AT มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 5.1.2

5.1.1 ลักษณะคุณสมบัติ ลักษณะคุณสมบัติทั่วไปของตัวเครื่องที่สร้างมีดังต่อไปนี้ :-

- ความถี่ในการ สุ่ม (sampling) ภาพใช้ขนาด 10 เมกกะเฮิร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำภาพในการเก็บแต่ละภาพใช้ขนาด 128 กิโลไบร์ท
- ความเร็วในการเก็บภาพแต่ละภาพ 1/50 วินาที
- จำนวน จุดต่อภาพ 512x256 จุดต่อภาพ
- ในแต่ละจุดสามารถแสดงระดับขาวดำได้ 256 ระดับ
- ใช้เนื้อที่ ในหน่วยความจำไมโครคอมพิวเตอร์ 64 กิโลไบร์ท
- สัญญาณ อินพุทเป็นแบบ อนาล็อกคอมโพสิตวีดีโอ
- สัญญาณ เอ้าพุทที่ได้เป็นแบบ อนาล็อกคอมโพสิตวีดีโอ
- ใช้งานกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT/AT หรือที่ คอมแพตติเบิ้ล

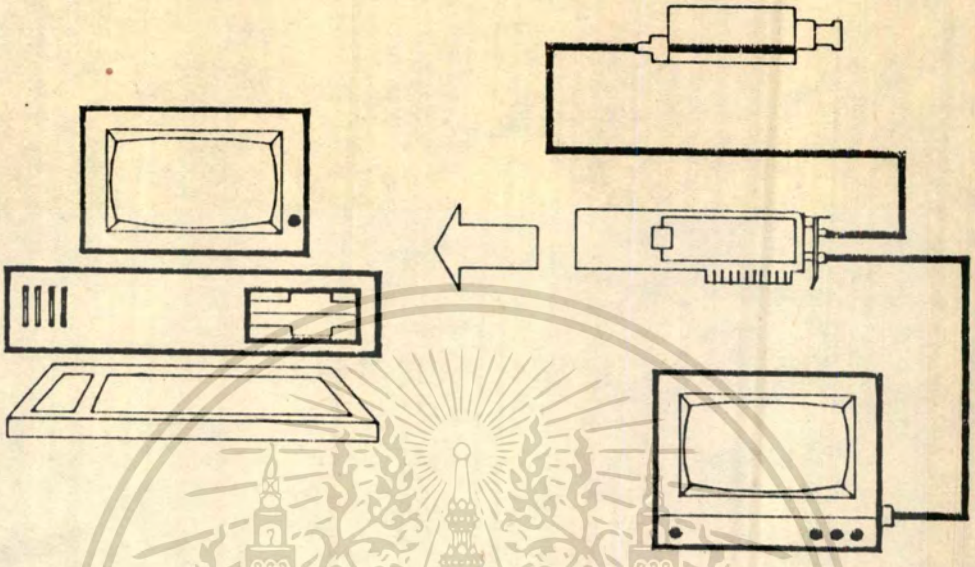


รูปที่ 5.1.1.1

แสดงถึงแผ่นการ์ดที่ทดลองสร้างใช้งานกับเครื่อง IBM PC/XT/AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณลักษณะของตัวเครื่องสัญญาณ อินพุทในการทดลอง ได้ใช้สัญญาณจากกล้องวงจรปิดชนิดขาวดำ และเอ้าพุทจากตัวเครื่องเข้าสู่ตัวมอนิเตอร์ขาวดำดังแสดงในรูปที่ 5.1.1.2 และ รูปที่ 5.1.1.3



รูปที่ 5.1.1.2

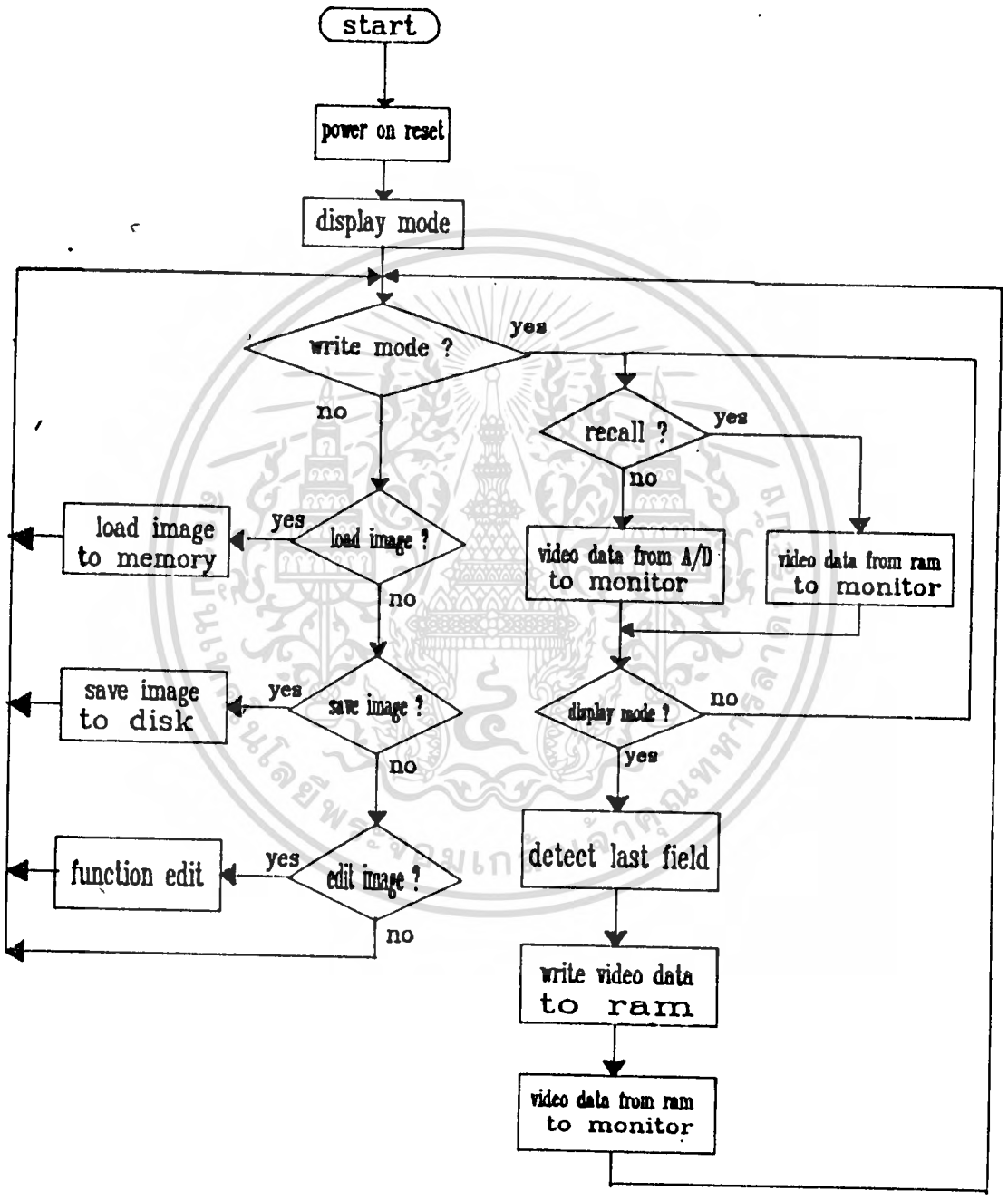
แสดงถึงไดอะแกรมการต่อใช้งานกับไมโครคอมพิวเตอร์

รูปที่ 5.1.1.3

แสดงถึงการต่อใช้งานในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 โฟล์ชาร์ทการทำงาน ได้กล่าวมาในข้างต้นว่าเครื่องมีการทำงานอยู่ด้วยกันสามโหมด ก็คือ



รูปที่ 5.2.1

รูปแสดงโฟล์ชาร์ทของการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) โหมดของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (display mode)

2) โหมดของการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด (write mode)

3) โหมดของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (interface mode)

ซึ่งลำดับการทำงานของเครื่องได้แสดงเป็นโฟล์ชาร์ทไว้ดังรูปที่ 5.2.1 โดยเมื่อเริ่มเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะมีแรงไฟจ่ายให้แก่ตัวเครื่องเก็บภาพทันที (เป็นการ์ดอยู่ในเครื่อง) เครื่องจะทำการ รีเซทวงจรนับและฟลิปฟลอบต่างเพื่อให้เริ่มทำงานที่โหมดของ การอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์

จากนั้นเครื่องก็จะทำงานตามซอฟร์แวร์โดย จะรอคีย์บอร์ดเพื่อตรวจว่าผู้ใช้ต้องการเขียนภาพจากกล้องวงจรปิดหรือไม่ (write mode?) หากไม่ต้องการเขียนภาพจากกล้องก็จะสามารถทำการอ่านเขียนหน่วยความจำวีดีโอแรมได้ เช่นการโหลดภาพจากแผ่นข้อมูลลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม, การนำภาพจากวีดีโอแรมเข้ามาเก็บที่ แผ่นข้อมูลหรือ ฟังก์ชั่นการอีดิเตอร์ (editor) ต่างๆ ซึ่งได้จัดไว้ในฟังก์ชั่นเมนูของซอฟร์แวร์ ที่สามารถเพิ่มฟังก์ชั่นได้ตามต้องการ และเมื่อทำฟังก์ชั่นต่างๆนั้นเสร็จแล้วโปรแกรมก็จะขึ้นไปรอคีย์จากผู้ใช้อีกดังโฟลร์ชาร์ท

เมื่อผู้ใช้ต้องการเก็บภาพ ก็จะเข้าสู่การทำงานทางขวามือของโฟลร์ชาร์ท ซึ่งขณะนี้ภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์ก็จะได้มาจากกล้องวงจรปิด ที่ผ่านการเปลี่ยนเป็นข้อมูลทางดิจิตอลและถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นอนาล็อกอีกครั้งโดยยังไม่มีการเขียนลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม ดังนั้นภาพที่ปรากฏจึงเป็นภาพตามการจับภาพของกล้องวงจรปิด ซึ่งขณะนี้เราสามารถที่จะนำข้อมูลภาพในวีดีโอแรมนำออกแสดงได้เพราะว่าข้อมูลยังไม่ได้ถูกเขียนทับ การนำภาพเดิมออกแสดงสู่มอนิเตอร์นี้ทำได้โดยการ รีคอล (recall) ต่อมาหากต้องการเก็บภาพที่ได้จากการจับภาพของกล้อง ก็คือการกลับเข้าสู่โหมดของ การอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ เมื่อกดปุ่มเพื่อเก็บภาพเครื่องเก็บภาพก็จะทำการตรวจสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิดเพื่อจะได้ทำการเขียนภาพเพียงฟิลด์เดียวหลังจากผู้ใช้เลือกเก็บภาพ หากไม่ต้องการเก็บภาพโปรแกรมก็จะวนรอการกดปุ่มเพื่อเก็บภาพอยู่ต่อไปเรื่อยดังแสดงในโฟลร์ชาร์ท ดังรูปที่ 5.2.1

ในการเก็บภาพเครื่องจะรอจนหมดฟิลด์ที่ช่วงผู้ใช้กดปุ่มเลือกก่อนเนื่องจากว่าภาพนั้นหากเขียนก็จะได้ภาพที่ไม่สมบูรณ์เต็มภาพจึงต้องเลือกให้เขียนภาพในฟิลด์ต่อมาซึ่งสามารถกำหนดให้เขียนภาพได้เต็มจอหนึ่งภาพ เมื่อเขียนภาพเข้าสู่หน่วยความจำแล้ว เครื่องเก็บภาพก็จะเข้าสู่โหมดของการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ทันทีโดยกานำภาพที่เขียนเข้าไปหน่วยความจำนั้นออกแสดงทันทีซึ่งภาพที่ปรากฏที่มอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะเป็นภาพนิ่ง และเครื่องเก็บภาพก็จะมาอยู่ที่การรอรับคีย์เพื่อเก็บภาพอีกครั้ง (write mode?) ดังโพลร์ชาร์ท ซึ่งสามารถที่จะทำงานตามฟังก์ชั่นต่างๆที่กำหนดไว้ในฟังก์ชั่นเมนูอีกครั้ง

ในการใช้งานนอกจากจะใช้ประกอบกับไมโครคอมพิวเตอร์, กล้องวงจรปิดและมอนิเตอร์และยังต้องมีซอฟร์แวร์ที่ควบคุมการทำงานอีก

5.3 **ซอฟร์แวร์** ในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้ออกแบบให้ซอฟร์แวร์สามารถควบคุมการทำงานได้โดยการเอ้าพุทพอร์ทตามเบอร์พอร์ทที่ได้กำหนดไว้และส่งข้อมูลเป็นคอนโทรลเวิร์ดไป ซึ่งก็จะเป็นการกำหนดการทำงานในแต่ละโหมด ดังที่ได้สรุปเป็นตารางที่แสดงถึงเบอร์พอร์ทพร้อมข้อมูลที่ต้องการในแต่ละโหมด ในตารางที่ 4.4.1

โปรแกรมจะเขียนด้วย ภาษาซี (C language) ร่วมกับภาษา แอสแซมบลี้ (Assemble language) ทั้งนี้เพื่อความรวดเร็วในการทำงานโดย ส่วนของ ภาษาแอสแซมบลี้จะเขียนเป็นฟังก์ชั่นของการโหลดภาพและเซฟภาพ แต่ภาษา ซี จะใช้ในการทำเมนูและการคำนวณเมื่อทำการแก้ไขภาพด้วยฟังก์ชั่นต่างๆ

5.3.1 **การใช้งานซอฟร์แวร์** โปรแกรมหลักคือ IMAGE512.EXE ทดลองใช้งานโดยให้ รัน (RUN) บนจอภาพ VGA จะปรากฏเมนูฟังก์ชั่นดังรูปที่ 5.3.1

จากรูปที่ 5.3.1 จะเห็นว่ามีฟังก์ชั่นให้เลือกหลายอย่างซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้โดยการกดอักษรที่อยู่ในวงเล็บตามฟังก์ชั่นที่ต้องการ จริงๆแล้วฟังก์ชั่นที่จำเป็นต่อวิทยานิพนธ์นี้ก็คือการโหลดภาพแสดงสู่มอนิเตอร์และฟังก์ชั่นการเก็บภาพหรือเซฟภาพลงแผ่นข้อมูลเท่านั้น แต่ก็สามารถที่จะเพิ่มฟังก์ชั่นอื่นๆเข้าไปอีกได้ตามความต้องการของผู้ใช้ซึ่งความหมายของแต่ละฟังก์ชั่นที่สำคัญเป็นดังนี้:-

[P] Sampling ใช้เก็บภาพจากกล้องวงจรปิดเป็นลักษณะของ ท็อกเกิ้ลสวิชท์ (toggle switch)

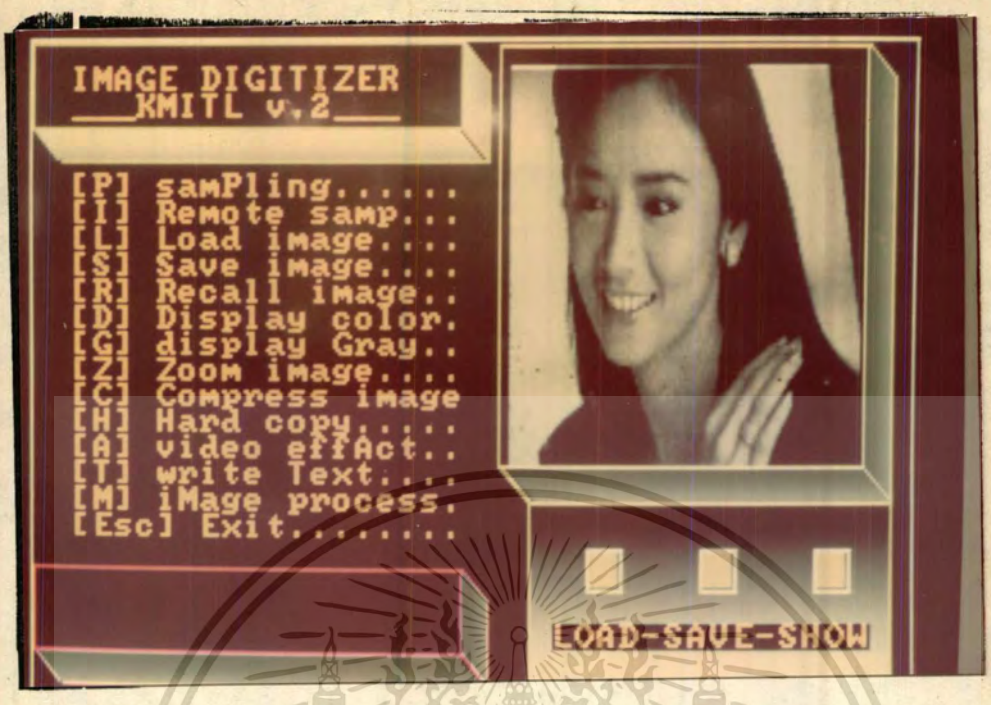
[L] Load image ใช้โหลดภาพจากแผ่นข้อมูลหรือฮาร์ดดีส เพื่อแสดงออกสู่มอนิเตอร์

[Z] Zoom image จะขยายภาพบนจอมอนิเตอร์โดยจะขยายจากจุดศูนย์กลางของภาพโดยอัตราการขยาย ความกว้างแนวนอนต่อแนวตั้งเป็น 2:1

[S] Save image ใช้เก็บภาพจากวีดีโอแรมลงสู่แผ่นข้อมูลหรือฮาร์ดดีส

[G] Display gray จะนำภาพที่อยู่บนมอนิเตอร์หรือวีดีโอแรมมาแสดงที่กรอบบนจอเมนูฟังก์ชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3.1

รูปแสดงเมนูฟังก์ชั่นเมื่อ รัน โปรแกรม IMAGE512.EXE

[R] Recall ใช้นำภาพเดิมในวีดีโอแรมออกแสดงมอนิเตอร์เมื่อยังไม่ถูกเขียนทับ

[C] Compress image เป็นการย่อภาพบนจอมอนิเตอร์ และเลือกตำแหน่งวางภาพที่ย่อแล้วได้ทั้งหมด 5 ตำแหน่ง

[H] Hard copy พิมพ์ภาพที่แสดงมอนิเตอร์ออกสู่เครื่องพิมพ์

[T] Write text เขียนตัวหนังสือลงผสมกับภาพที่มอนิเตอร์ (ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ)

[M] Image processing เป็นฟังก์ชั่นที่เข้าสู่อีกเมนูซึ่งจะเป็นฟังก์ชั่นเกี่ยวกับกระบวนการวิเคราะห์ภาพทั้งสิ้น เช่นการหาขอบภาพ (edge detection),การสมูดติ้งภาพ (smoothing image) เป็นต้น ซึ่งได้เขียนไว้เพียงบางฟังก์ชั่นเท่านั้น ผู้ใช้สามารถเขียนเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

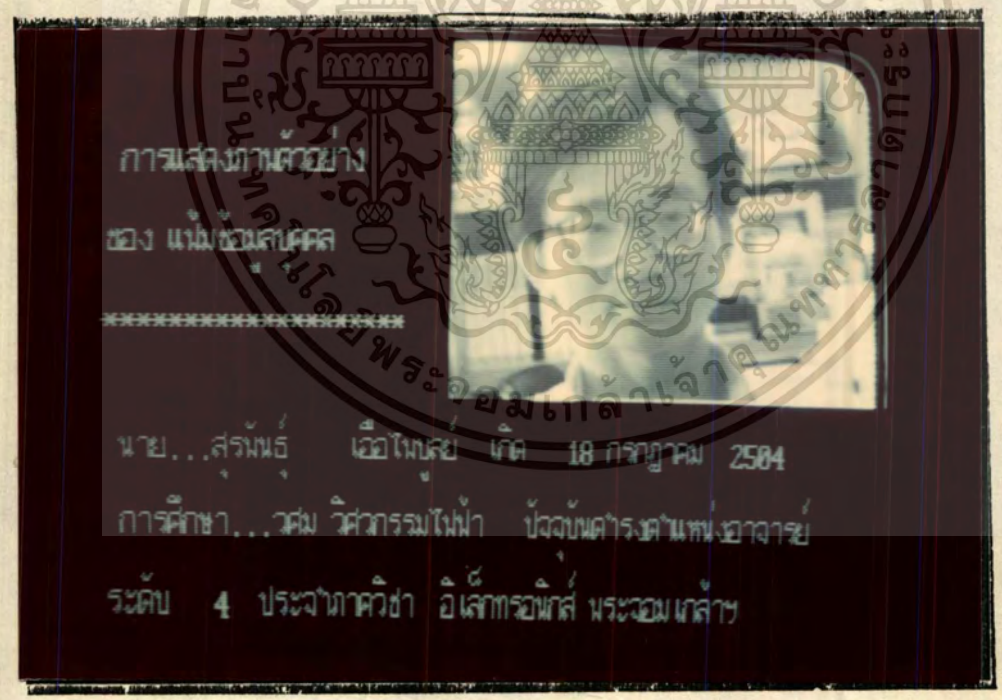
[ESC] Exit เป็นการออกจากโปรแกรมสู่ ดอส (DOS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลงานวิจัยและแนวทางพัฒนาต่อไป

6.1 ทดลองใช้งาน ในการนำไปใช้งานได้ทดลองทำเป็นเครื่องเก็บแฟ้มข้อมูลโดย จะย่อภาพก่อนจะเก็บภาพบุคคลเพียง 1 ใน 4 ส่วนของจอภาพทั้งนี้เพื่อลดข้อมูลให้น้อยลงและเก็บข้อมูลของบุคคลนั้นซึ่งเป็นข้อความมาแสดงประกอบกันด้วยและได้นำไปทดลองใช้กับงานการวิเคราะห์ลายมือเขียนภาษาไทยโดยการถ่ายภาพลายมือเขียนจากกล้องวงจรปิดจากนั้นก็นำข้อมูลเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ต่อไป ก็สามารถใช้งานได้ดี



รูปที่ 6.1.1

แสดงรูปภาพที่มีคนใช้งานเป็นการเก็บแฟ้มบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.1.2

แสดงภาพที่นำไปใช้กับงานวิเคราะห์ลายมือเขียนภาษาไทย

6.2 สรุปผลการวิจัย จะเห็นได้ว่าการเก็บภาพที่ใช้เทคนิคของการเลื่อนข้อมูลก่อนแล้วจึงเขียนเข้าสู่หน่วยความจำนี้มีข้อดีอยู่อันหนึ่ง ที่นอกจากจะสามารถใช้หน่วยความจำที่มีแอสเซสไทม์ที่ไม่ต้องน้อยมากที่มีอยู่ในทั่วไปแล้วยังมีความสะดวกต่อการออกแบบหากต้องการเพิ่มจำนวนจุดขึ้นไปอีกในแต่ละเส้นสแกนโดยการเพิ่มจำนวนหน่วยความจำย่อยต่อไปอีก เพราะเวลาในการเขียนสู่หน่วยความจำก็สามารถจะเพิ่มขึ้นได้โดยการแบ่ง(distribute) หน่วยความจำออกไปอีกเป็นเลขยกกำลังสองเช่นกรณีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นั้นได้แบ่งหน่วยความจำเป็น 4 ส่วนเวลาเขียนจะมีถึง 400 นาโนวินาที หากแบ่งเป็น 8 ส่วนเวลาก็จะมีถึง 800 นาโนวินาที ซึ่งมากพอ

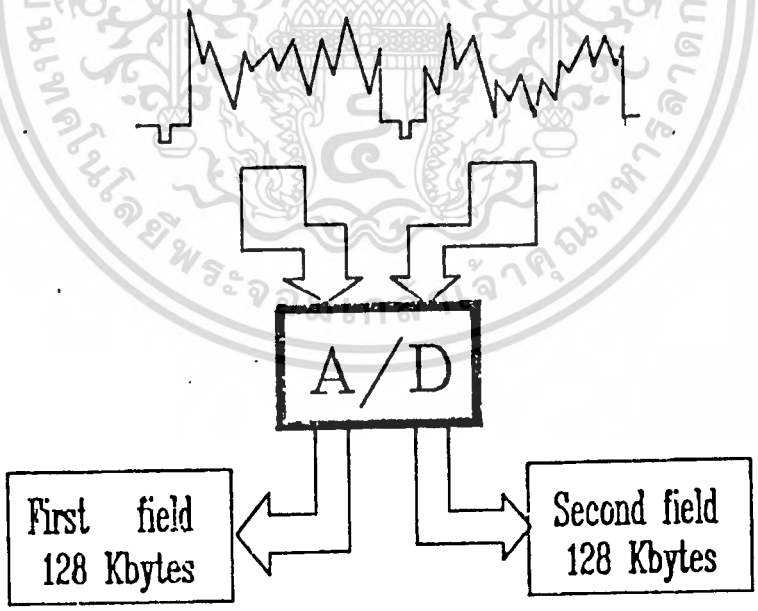
ข้อดีอีกประการหนึ่งคือมีความประหยัดมาก เนื่องจากว่าได้ใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่าย ที่มีอยู่ทั่วไป เช่น ส่วนหน่วยความจำได้ใช้หน่วยความจำที่ไม่ต้องมีความไวสูง และส่วนของการนับแอดเดรสเพื่อการอ่านเขียนข้อมูลภาพวีดีโอแรมก็ใช้ ไอซีวงจรนับธรรมดา ซึ่งจะถูกกว่ามากกับการใช้อุปกรณ์โปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องโปรแกรมเพื่อใช้งานในส่วนนี้ และที่สำคัญคือยังไม่มีอุปกรณ์โปรเซสเซอร์ที่ทำงานในด้านนี้ที่ทำงานได้ที่ความถี่สูง

ปัญหาที่พบมากคือเนื่องจากวงจรทำงานที่ความถี่สูงถึง 10 MHz ฉะนั้นไอซีที่ใช้ในส่วนของการเลื่อนข้อมูลต้องมีความเที่ยงตรงมาก และวงจรจะมีส่วนของอินาล็อกร่วมอยู่ด้วยจึงง่ายต่อการรบกวนซึ่งกันและกัน ซึ่งหากทำการพัฒนาต่อไปให้เป็นระบบที่ใหญ่ขึ้น ดังที่จะได้กล่าวในหัวข้อต่อไปจึงควรที่จะต้องแยกแหล่งจ่ายไฟต่างหากจากคอมพิวเตอร์และควรลดจำนวนของไอซีลงโดยการทำในรูปของ PLD (Program Logic Divice) และเป็นลายปริ้นวงจรที่สมบูรณ์

6.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป จะเห็นได้ว่าการเก็บภาพขนาด 512x256 นี้ยังมีความลำบากในการอ้างแอดเดรสเนื่องจากการเก็บจุดระหว่างความกว้างทางแนวนอนและแนวตั้งไม่ได้เป็น 1:1 ทำให้ลำบากในการเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ไขภาพในลักษณะต่างๆ และจากลักษณะของฮาร์ดแวร์ที่ได้กล่าวมานี้



รูปที่ 6.1.3

รูปแสดงถึงแนวทางในการพัฒนาในการเก็บภาพให้มีจำนวนจุดเพิ่มขึ้นอีกเป็นสองเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็สามารถที่จะพัฒนาให้สามารถเก็บจุดภาพเพิ่มขึ้นอีก สองเท่าคือขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ซึ่งจะทำให้ได้อัตราส่วนของภาพที่เก็บเป็น 1:1 และความละเอียดก็จะมากขึ้นอีกเป็น 4 เท่าจากการเก็บภาพที่มีขนาด 256x256 ทำให้เห็นความแตกต่างได้เด่นชัดขึ้น

โดยการเก็บจำนวนเส้นให้มากขึ้นอีกหนึ่งเท่าจำนวน 256 เส้น ในฟิลด์ต่อมา ลักษณะการเก็บเหมือนกับการเก็บ 512x256 แต่จะแบ่งเป็นสองส่วนหน่วยความจำ คือเก็บการสแกนภาพในเส้นคี่ครั้งหนึ่งในหน่วยความจำส่วนที่หนึ่งขนาด 128 Kbytes และเก็บภาพอีกเป็นครั้งที่สองในการสแกนเส้นคู่ในหน่วยความจำส่วนที่สองขนาด 128 Kbytes เช่นกันฉะนั้นหน่วยความจำก็จะใช้เป็นจำนวน 256 Kbytes ต่อหนึ่งภาพ

ด้วยวิธีการนี้จะไม่ต้องเพิ่มความถี่ของการ สุ่มภาพ (sampling) เนื่องจากไม่ได้เพิ่มจุดในทางแนวนอนแต่เป็นการเพิ่มจำนวนเส้นที่เก็บ แต่ต้องออกแบบส่วนของเก็บภาพเข้าสู่หน่วยความจำและอ่านข้อมูลออกสู่มอนิเตอร์ จากหน่วยความจำที่จัดไว้อย่างถูกต้องกับ ฟิลด์คู่ฟิลด์คี่ต่อไป

และอีกประเด็นหนึ่งที่น่าจะทำการวิจัยต่อคือหากมีการเก็บในลักษณะที่กล่าวมานี้ ก็สามารถที่จะพัฒนาต่อไปเป็นการเก็บภาพและแสดงภาพสีได้โดยการจัดวงจรเช่นเดิมนี้ เป็นสามชุดขนานกันสำหรับการเก็บสัญญาณแม่สีทั้งสาม (สีเขียว, สีแดงและสีน้ำเงิน) ซึ่งจะเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นมากและก็เป็นหลักการที่น่าจะทำการวิจัยต่อไป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

(ACKNOWLEDGMENT)

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุรจิต หล่าสกุล คุณแม่ระเบียบ หล่าสกุล และน้องที่ให้ความช่วยเหลือและอุปการะทุกด้าน

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ รศ.มนัส สังวรศิลป์ ที่ได้ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง และวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆให้ลุล่วงโดยดี รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณต่ออาจารย์ ประภากร สุวรรณะ อาจารย์ สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ และเพื่อนๆห้องวิจัยอีเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการถ่ายภาพทั้งหมด และให้คำแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมต่างๆ ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ในการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณท่านผู้ที่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นาย อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล,นาย วิสุทธิ์ พิบูลวรางกูร,รศ.มนัส สังวรศิลป์ "เครื่องเปลี่ยนสัญญาณภาพแบบเวลาจริง " การประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 11 เล่มที่ 1

[2] ไพรัช ธัชยพงษ์,สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์,ชนัย อนันต์วัฒนาวิทย์,นพวงศ์ วินิจวรรณกมล " แผงวงจรแสดงภาพเชิงดิจิตอลความละเอียดสูง(MGD-256B)สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM-PC " ประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าสถาบันอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9

[3] กวิน แหยมมั่น, ไพรัช ธัชยพงษ์ " เทคนิคการดิจิไตซ์สัญญาณภาพความเร็วสูงสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ " ประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าสถาบันอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9

[4] ชาญชัย พิสิทธิวิทยานนท์ " การจดจำรูปร่างวัตถุ " วิทยานิพนธ์สำหรับปริญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2531

[5] สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ " การจดจำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยโดยการพิจารณาหัวของตัวอักษร " วิทยานิพนธ์สำหรับปริญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ปีการศึกษา 2531

[6] Digital principle and Applications ,Malvino leach (THIRD EDITION) P. 340-342

[7] Microprocessors and interfaceing,programming and hardware (1986) ,Douglas V.Hall P. 406-414

[8] Microprocessor interfacing techniques, Rodnay zaks ,Austin lesea (THIRD EDITION) P. 147-154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] Interfacing techniques in digital disign with emphasis on microprocessors, Ronald L.Krutz P.192-216

[10] C.D.Mcllroy,R.Linggard, W.Monteith : " Hardware for real-time image processing ",IEE Proceedings, Vol.131,Pt.E.No.6, November 1984 ,p. 223

[11] D.Lavie, W.K. Tayloy : " A microprocessor-controlled real-time image processor ", IEE Proceedings, Vol.130, Pt.E,No.5,September 1983,p.149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมที่ทดลองใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
#include <graphics.h>
#define  tv_seg      0xD000  /* work image     */
#define  VGA_MEM     0xA000  /* vga monitor    */
#define  PRTMEM      0x8000
char buff[16384] ;   /* array for 256X256 pattern     */
unsigned char array[256][128];
char *menu1[] = {"[P] samPling.....",
                 "[I] Remote samp...",
                 "[L] Load image....",
                 "[S] Save image....",
                 "[R] Recall image..",
                 "[D] Display color.",
                 "[G] display Gray..",
                 "[Z] Zoom image....",
                 "[C] Compress image",
                 "[H] Hard copy.....",
                 "[A] video effAct..",
                 "[T] write Text....",
                 "[M] iMage process.",
                 "[Esc] Exit........"};

char *menu2[] = {"[1] Edge detect...",
                 "[2] intensity.....",
                 "[3] smoothing.....",
                 "[4] histogram.....",
                 "[5] FFT.compress..",
                 "[6] rotate.image..",
                 "[7] inverse.......",
                 "[8] picture dBase.",
                 "[9] shading... ...",
                 "[0] solid model...",
                 "[.] 3D image......",
                 "[M] Main menu....."};

extern void far setVGA ();
extern void far wrcolor();
extern void far freeze ();
extern void far no_frz ();
extern void far we_on  ();
extern void far we_off ();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
extern void far up_mem ();
extern void far lo_mem ();
extern void far re_on  ();
extern void far re_of  ();
extern void far setcur ();
extern void far main0  ();
extern void far main1  ();

main ()
{
      int y,status=0,mode=1,made=1,menu=1;
      char choich,sw ;
      setVGA (0x13);
      setcur (1,1,1);
      scrn ();
       do
         {
         choich = getch ();
         switch (choich)
         {
               case 'p':
               if (mode==1)
         {
               no_frz ();
               mode=2;
          }
               else
                    if (mode==2)
          {
                    freeze ();
                    mode=1;
          }
                     break;
                case 'i':
                no_frz ();
                delay (4500);
                freeze ();
                break;
                case 'r':
                if (made==1)
            {
                re_of ();
                made=2;
             }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else
        if (made==2)
    {
         re_on ();
         made=1;
    }
         break;
         case 'l' :
                tone (800,6) ;
         load2 () ;
                tone (800,6) ;
         break ;
         case 's' :
                tone (800,6) ;
         save2 () ;
                tone (800,6) ;
         break ;
         case 'd' :
                tone (800,6) ;
         lod () ;
                tone (800,6) ;
       break ;
       case 'g' :
                tone (800,6) ;
       compress1 ();
       dis_gray1 ();
                tone (800,6) ;
       break ;
       case 'z' :
                tone (800,6) ;
       zoom ();
                tone (800,6) ;
       break ;
       case 'c' :
                tone (800,6) ;
       compress ();
                tone (800,6) ;
        break ;
        case 't' :
                tone (800,6) ;
       text ();
/*       dis_thai ();*/
      wr_thai ();
/*       back ();*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setVGA (0x13);
scrn ();
tone (800,6) ;
break ;
case 'a' :
tone (800,6) ;
effect ();
tone (800,6) ;
break ;
case 'm':
if (menu==1)
{
   for (y=6 ;y<20;y++)
   {
        gotoxy (3,y);
        puts (menu1[y-6]);
   }
   menu=2;
   }
else
if (menu==2)
{
for (y=7 ;y<19;y++)
{
        gotoxy (3,y);
        puts (menu2[y-7]);
   }
     menu=1;
   }
   break;
   case '1' :
tone (800,6) ;
edge ();
     tone (800,6) ;
break ;
 case '2' :
     tone (800,6) ;
 dis3d ();
setVGA (0x13);
scrn ();
    tone (800,6) ;
break ;
case 'h' :
    tone (800,6) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    hard_copy ();
                        tone (800,6) ;
                    break ;
                    case 'T' :
                        tone (800,6) ;
                    wr_thai ();
                    setVGA (0x13);
                    scrn ();
                        tone (800,6) ;
                    break ;
                default :
                        tone (950,1) ;
            }
            setcur (10,5,1);
        } while ( ((int) choich != 27) ) ;
        gotoxy (2,22);puts ("EXIT [Y/N]..");
        sw = getch ();
        switch (sw)
        {
           case 'y' :
              setVGA (3);exit(1);
              break;
           case 'Y' :
              setVGA (3);exit (1);
              break;
           default :
            main ();
        }
        setVGA (3);
}
scrn ()
{
        int i,j,x,y,c=39;
        set_color_REG ();
        set_gray_REG ();
        lineV (0,0,319,0,127);lineV (319,0,319,199,127);
        lineV (319,199,0,199,127);lineV (0,199,0,0,127); /* border */

        lineV (172,2,301,2,12);lineV (301,2,301,129,12);
        lineV (301,129,172,129,12);lineV (172,129,172,2,12);/* image */
        lineV (301,2,311,12,12);lineV (311,12,311,140,12);
        lineV (311,140,183,140,12);lineV (173,130,183,140,12);
        lineV (301,130,311,140,12);
        lineV (183,140,183,195,12);lineV (183,195,311,195,12);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lineV (311,140,311,195,12);
for (j=130;j<140;j++)
{
    for (i=176;i<302;i++)
    {
        putdotV (i+(j-130),j,c);
    }
    c--;
}
c=39;
for (i=302;i<311;i++)
{
    for (j=3;j<130;j++)
    {
        putdotV (i,j+(i-302),c);
    }
    c--;
}
c=70;
for (j=141;j<195;j++)
{
    for (i=184;i<311;i++)
    {
        putdotV (i,j,c);
    }
    c++;
}
gotoxy (25,23);puts ("LOAD-SAVE-SHOW");
statl (0);nosound ();
stats (0);statd (0);
nosound ();
lineV (1,1,158,1,15);lineV (158,1,158,26,15);
lineV (158,26,1,26,15);lineV (1,26,1,1,15);   /* title */
lineV (158,1,168,11,15);lineV (168,11,168,36,15);
lineV (168,36,11,36,15);lineV (1,26,11,36,15);
lineV (158,26,168,36,15);
c=117;
for (j=27;j<36;j++)
{
   for (i=3;i<158;i++)
    {
        putdotV (i+(j-27),j,c);
    }
    c=c-2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        c=117;
        for (i=159;i<168;i++)
        {
            for (j=2;j<26;j++)
            {
                putdotV (i,j+(i-159),c);
            }
            c=c-2;
        }

        lineV (1,160,158,160,3);lineV (158,160,158,185,3);
        lineV (158,185,1,185,3);lineV (1,185,1,160,3);    /* command */
        lineV (158,160,168,170,3);lineV (168,170,168,195,3);
        lineV (168,195,11,195,3);lineV (1,185,11,195,3);
        lineV (158,185,168,195,3);
        c=40;
        for (j=186;j<195;j++)
        {
            for (i=3;i<158;i++)
            {
                putdotV (i+(j-186),j,c);
            }
            c--;
        }
          c=40;
        for (i=159;i<168;i++)
        {
              for (j=161;j<185;j++)
            {
                putdotV (i,j+(i-159),c);
            }
              c--;
        }

         gotoxy (2,2);puts (" IMAGE DIGITIZER");
        gotoxy (2,3);puts (" ___KMITL v.2___");

        for (y=6 ;y<20;y++)
        {
            gotoxy (3,y);
            puts (menu1[y-6]);
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
load2 ()   /* load pattern 256 X 256 pixel */
{
    int i,j ;
    long int k = 0L ;
    FILE *fp ;
    char a[15] ;
    gotoxy (2,22);   puts ("Filename..");gotoxy (12,22);
    gets (a) ;
    if ( (fp = fopen(a,"rb")) != NULL)
    {
       gotoxy (2,22);puts ("wait for load..");
       statl (1);
                          up_mem();
       for (i=0 ; i<8 ; i++)
       {
           fseek (fp,(long) i*16384,0) ;
           fread (buff,16384,1,fp) ;
           for (j=0 ; j<16384 ; j++)
           {
               pokeb (tv_seg,(long) j+k,(buff[j])) ;
           }
           k = k + 16384L ;
                                   if (k>=65535L)
                                                  { lo_mem (); k=0L; }
       }
       fclose (fp) ;
    }
    else
    {
       gotoxy (2,22);puts ("--ERROR--") ;
       getch ();
       gotoxy (2,22);puts ("                ") ;
    }
    gotoxy (2,22);   puts ("                ") ;
    scrn ();
}
statl (int flag0)
{
     int i,j;
     lineV (204,154,216,154,127);lineV (216,154,216,166,127);
     lineV (216,166,204,166,127);lineV (204,166,204,154,127);
     if (flag0==1)
     {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            for (j=155;j<165;j++)
            {
                for (i=205;i<215;i++)
                {
                   putdotV (i,j,56);
                }
            }
      }
      else
      if (flag0==0)
         {
            for (j=155;j<165;j++)
            {
                for (i=205;i<215;i++)
                {
                   putdotV (i,j,13);
                }
            }
      }
      tone (1000,10);
}
stats (int flag1)
{
     int i,j;
     lineV (244,154,256,154,127);lineV (256,154,256,166,127);
     lineV (256,166,244,166,127);lineV (244,166,244,154,127);
     if (flag1==1)
     {
           for (j=155;j<165;j++)
           {
               for (i=245;i<255;i++)
               {
                  putdotV (i,j,56);
               }
           }
     }
     else
     if (flag1==0)
        {
           for (j=155;j<165;j++)
           {
               for (i=245;i<255;i++)
               {
                  putdotV (i,j,13);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
            }
        }
        tone (1000,10);
}

save2 ()   /* save pattern 512 X 256 pixel */
{
    int i,j ;
    long int  k=0L ;
    FILE *fp ;
    char b[15] ;
    gotoxy (2,22);puts ("Filename..");gotoxy (12,22);
    gets (b) ;
                we_on ();
    if ((fp = fopen(b,"wb")) != NULL)
    {
       gotoxy (2,22);puts ("wait for save..");
       stats (1);
                        up_mem();
        for (i = 0; i<8 ; i++)
        {
           for (j=0; j<16384; j++)
            {
               buff[j] = peekb(tv_seg,(long) j+k) ;
           }
           fseek(fp,(long) i*16384,0) ;
           fwrite(buff,16384,1,fp) ;
           k = k + 16384L ;
                                        if (k>=65535L)
                                                { lo_mem (); k=0L; }
        }
        fclose (fp) ;
                                 we_off ();
    }
    else
    {
       gotoxy (2,22);puts ("--ERROR--") ;
       getch ();
       gotoxy (2,22);puts ("                    ") ;
    }
    gotoxy (2,22);   puts ("                    ") ;
    scrn ();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
compress ()
{
    int i,j,x=0,y=0;
                long int step=0;
    gotoxy (2,22);puts ("Compress..");
    up_mem ();
                for (i=0 ;i<256;i=i+2)
                {
        if (i==128)
           { lo_mem ();step=0L; }
                for (j=0;j<512;j=j+2)
                                {
                        array[y][x] = peekb (tv_seg,(long) (j+step));
                                                y++;
                                                if (y>256)
              { break; }
                        }
                                step=step+1024L;
                                y=0;
        x++;
                                if (x>128)
           { break; }
                }
    tone (800,6);

                disc ();
}
disc () /*display compress*/
{
    int x=0,y=0,jump=0;
    int i,j,cho,k=0;
    long int offset = 0;
    gotoxy (2,22);puts ("Display at..");gotoxy (14,22);
    scanf ("%d",&cho);gotoxy (2,22);
    if (cho==1)
       { up_mem ();offset = 0; }
    else
    if (cho==2)
       { up_mem ();offset = 256; }
    else
    if (cho==3)
       { lo_mem ();offset = 0; }
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      if (cho==4)
         { lo_mem ();offset = 256; }
      else
      if (cho==5)
         {
           jump=1;
           up_mem ();offset = 32896L;
                       for (i=0;i<128;i++)
                       {
                if (i==64)
                   { lo_mem ();offset=32896L; }
                                          for (j=0;j<256;j++)
                {
                    pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x++;
                }
                                       k=k+512L;
                x=0;
                y++;
                       }
         }
       else
         { sef(); disc(); }
    if (jump != 1)
    {
                  for (i=0;i<128;i++)
                  {
                                    for (j=0;j<256;j++)
          {
              pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x++;
          }
                                   k=k+512L;
          x=0;
          y++;
                  }
    }
    gotoxy (2,22);puts ("                    ");
}

zoom () /*zoom*/
{
     int i,j,x=0,y=0;
     int cho,uplo=0;
                 long int offset;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
gotoxy (2,22);puts ("Zoom at..");gotoxy (11,22);
scanf ("%d",&cho);gotoxy (2,22);
if (cho==1)
   { up_mem ();offset = 128L;uplo=0; }
else
if (cho==2)
   { up_mem ();offset = 32768L;uplo=2; }
else
if (cho==3)
   { up_mem ();offset = 33024L;uplo=3; }
else
if (cho==4)
   { lo_mem ();offset = 128L;uplo=0; }
else
if (cho==5)
   { up_mem ();offset = 32896L;uplo=5; }
else
   { sef(); zoom(); }

if (uplo == 0)
{
   gotoxy (2,22);puts ("Zoom...     ");
              for (y=0 ;y<128 ;y++)
              {
              for (x=0 ; x<256 ; x++)
                              {
                        array[x][y] = peekb (tv_seg,(long) x+offset);
                    }
                              offset=offset+512;
              }
}
else
if (uplo == 2)
{
     gotoxy (2,22);puts ("Zoom...     ");
     for (y=0 ;y<128 ;y++)
                {
         if (y==64)
            { lo_mem ();offset=0L; }
                 for (x=0 ; x<256 ; x++)
                                {
                        array[x][y] = peekb (tv_seg,(long) x+offset);
                    }
                              offset=offset+512;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
    }
    else
    if (uplo == 3)
    {
        gotoxy (2,22);puts ("Zoom...    ");
        for (y=0 ;y<128 ;y++)
                {
            if (y==64)
               { lo_mem ();offset=256L; }
                    for (x=0 ; x<256 ; x++)
                                {
                        array[x][y] = peekb (tv_seg,(long) x+offset);
                    }
                                offset=offset+512;
                }
    }
    else
    if (uplo == 5)
    {
        gotoxy (2,22);puts ("Zoom...    ");
        for (y=0 ;y<128 ;y++)
                {
            if (y==64)
               { lo_mem ();offset=128L; }
                    for (x=0 ; x<256 ; x++)
                                {
                        array[x][y] = peekb (tv_seg,(long) x+offset);
                    }
                                offset=offset+512;
                }
    }
    disz ();
}
disz () /*display zoom*/
{
    int i=0,j,x=0,y=0,v;
                long int k=0;
    up_mem ();
                for (y=0;y<128;y++)
                {
        if (y==64)
           { lo_mem ();k=0; }
                        for (x=0;x<256;x++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    {
                v = array[x][y];
                pokeb (tv_seg,(long) i+k     ,v) ;
                pokeb (tv_seg,(long) i+k+1   ,v) ;
                pokeb (tv_seg,(long) i+k+512,v) ;
                pokeb (tv_seg,(long) i+k+513,v) ;
                i=i+2;
            }
                                    k=k+1024;i=0;
                    }
        gotoxy (2,22);puts ("          ");
}

lod ()
{
                    int x,y,i=0,value;
        set_color_REG ();
        gotoxy (2,22);puts ("Display color");
        statd (1);
                    we_on ();
                    up_mem ();
                    for (y=0;y<128;y++)
                    {
                                        for (x=0;x<256;x=x+2)
                                        {
                                                    value = (array[x][y])/4;
                                                    putdotV (i+174,y+2,value);i++;
                if (i==128)
                    { i=0;break; }
                                        }
                    }
                    we_off ();
        gotoxy (2,22);puts ("                ");
        scrn ();
}

dis_gray ()
{
                    long int k=0L;
                    int x,y,c,value;
                    set_gray_REG ();
                    we_on ();
                    up_mem ();
                    for (y=0;y<200;y++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                                for (x=0;x<320;x++)
                                {
                                                value = peekb (tv_seg,(long)
k+96L);
                                                value = value/4;
                                                putdotV (x,y,value);
                                                k++;
                                }
                                k=k+192L;
                                if (k>65535L)
                                                { lo_mem ();k=0L; }
                }
                we_off ();
}

statd (int flag2)
{
        int i,j;
        lineV (284,154,296,154,127);lineV (296,154,296,166,127);
        lineV (296,166,284,166,127);lineV (284,166,284,154,127);
        if (flag2==1)
        {
                for (j=155;j<165;j++)
                {
                        for (i=285;i<295;i++)
                        {
                                putdotV (i,j,56);
                        }
                }
        }
        else
        if (flag2==0)
           {
                for (j=155;j<165;j++)
                {
                        for (i=285;i<295;i++)
                        {
                                putdotV (i,j,13);
                        }
                }
           }
           tone (800,7);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
dis_gray1 ()
{
                int x,y,i=0,value;
    set_gray_REG ();
    gotoxy (2,22);puts ("Display gray");
    statd (1);
                we_on ();
                up_mem ();
                for (y=0;y<127;y++)
                {

                                for (x=0;x<256;x=x+2)
                                {
                                                value = (array[x][y])/4;
                                                putdotV
(i+173,y+3,value+64);i++;
            if (i==127)
               { i=0;break; }
                                }
                }
                we_off ();
    gotoxy (2,22);puts ("                ");
    scrn ();
}
dis_thai ()
{
                int x,y,i=0,value;
    setVGA (0x13);
    set_gray_REG ();
                we_on ();
                up_mem ();
                for (y=0;y<107;y++)
                {

                                for (x=0;x<236;x=x+2)
                                {
                                                value = (array[x][y])/4;
                                                putdotV
(i+236,y+20,value+64);i++;
            if (i==83)
               { i=0;break; }
                                }
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                we_off ();
}
back () /* display image + character */
{
    int i=0,j,x=0,y=0;
    char v;
                long int k=0,off=0;
    up_mem ();
                for (y=0;y<147;y++)
                {
        if (y==128)
           { lo_mem ();off=0; }
                                for (x=0;x<236;x++)
                                {
            v = peekb (VGA_MEM,(long) x+k);
            if (v==50)
               { pokeb (tv_seg,(long) off,(int) 127) ;off++; }
            else
               { pokeb (tv_seg,(long) off,(int)   0) ;off++; }
        }
                                k=k+320L;
        off=off+276L;
                }
    lo_mem ();off=10240L;
                for (y=148;y<200;y++)
                {
                                for (x=0;x<320;x++)
                                {
            v = peekb (VGA_MEM,(long) x+k);
            if (v==50)
               { pokeb (tv_seg,(long) off,(int) 127) ;off++; }
            else
               { pokeb (tv_seg,(long) off,(int)   0) ;off++; }
        }
                                k=k+320L;
        off=off+192L;
                }
}

text ()
{
    int i,j,x=0,y=0;
                long int step=0,k;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        up_mem ();
                    for (i=0 ;i<256;i=i+2)
                    {
            if (i==128)
               { lo_mem ();step=0L; }
                    for (j=0;j<512;j=j+2)
                                {
                            array[y][x] = peekb (tv_seg,(long) (j+step));
                                                    y++;
                                                    if (y>256)
                    { break; }
                        }
                                        step=step+1024L;
                                        y=0;
            x++;
                                        if (x>128)
                { break; }
                    }
        up_mem ();
        for (k=0;k<65536L;k++)
            { pokeb (tv_seg,(long) k,0); }
        lo_mem ();
        for (k=0;k<65536L;k++)
            { pokeb (tv_seg,(long) k,0); }
                    txtcp ();

}
txtcp () /* compress image for text */
{
        int x=0,y=0;
        int i,j,cho,k=0;
        long int offset = 0;
        up_mem ();offset = 10476L;
                    for (i=0;i<128;i++)
                        {
                if (i==108)
                   { lo_mem ();offset=10476L; }
                                        for (j=0;j<256;j++)
                {
                    pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x++;
                }
                                        k=k+512L;
                x=0;
                y++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    }
}

effect ()
{
    int x=0,y=0,jump=0;
    int i,j,cho,k=0;
    long int offset = 0;
    compress1 ();
    gotoxy (2,22);puts ("Vedio effect");
    up_mem ();
    offset = 0;
            for (i=0;i<128;i++)
            {
                        for (j=0;j<256;j++)
    {
        pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x++;
    }
                        k=k+512L;
    x=0;
    y++;
            }

    up_mem ();
    x=255;y=0;
    offset = 256;
            for (i=0;i<128;i++)
            {
                        for (j=0;j<256;j++)
    {
        pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x--;
    }
                        k=k+512L;
    x=255;
    y++;
            }

    lo_mem ();
    x=0;y=127;
    offset = 0;
            for (i=0;i<128;i++)
            {
                        for (j=0;j<256;j++)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x++;
        }
                                    k=k+512L;
        x=0;
        y--;
                }

    lo_mem ();
    x=255;y=127;
    offset = 256;
                for (i=0;i<128;i++)
                {
                                    for (j=0;j<256;j++)
        {
            pokeb (tv_seg,(long) (j+k+offset),array[x][y]);x--;
      . }
                                    k=k+512L;
        x=255;
        y--;
                }
    gotoxy (2,22);puts ("                    ");
}
compress1 ()
{
    int i,j,x=0,y=0;
                long int step=0;
    gotoxy (2,22);puts ("Prepare VGA.");
    up_mem ();
                for (i=0 ;i<256;i=i+2)
                {
        if (i==128)
           { lo_mem ();step=0L; }
                for (j=0;j<512;j=j+2)
                                    {
                                array[y][x] = peekb (tv_seg,(long) (j+step));
                                                y++;
                                                if (y>256)
                { break; }
                    }
                                    step=step+1024L;
                                    y=0;
        x++;
                                    if (x>128)
           { break; }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
    tone (800,6);
    gotoxy (2,22);puts ("              ");
}
dist ()
{
                long int k=0L;
                int x,y,c,value;
                set_gray_REG ();
                we_on ();
                up_mem ();
                for (y=0;y<128;y++)
                {
                                for (x=0;x<256;x++)
                                {
                                                value = array[x][y];
                                                value = value/4;
                                                putdotV (x,y,value);

                                }
                }
                we_off ();
    scrn ();
}

  hard_copy ()
 {
     long int i;
    int value;
    we_on ();
    up_mem ();
    for (i=0;i<65536L;i++)
    {
        value = peekb (tv_seg,(long) i);
        pokeb (PRTMEM,(long) i,value);
    }
    main0 () ;
    lo_mem ();
    for (i=0;i<65536L;i++)
    {
        value = peekb (tv_seg,(long) i);
        pokeb (PRTMEM,(long) i,value);
    }
    main1 () ;
    we_off () ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

set_color_REG ()
{
                int i;

                for (i=1;i<11;i++)
                                { wrcolor (i,63,6*i,0); }
                for (i=11;i<21;i++)
                                { wrcolor (i,63-6*(i-11),63,0); }
                for (i=21;i<31;i++)
                                { wrcolor (i,0,63,6*(i-21)); }
                for (i=31;i<41;i++)
                                { wrcolor (i,0,63-6*(i-31),63); }
                for (i=41;i<51;i++)
                                { wrcolor (i,6*(i-41),0,63); }
                for (i=51;i<64;i++)
                                { wrcolor (i,63,0,63-6*(i-51)); }
}

set_gray_REG ()
{
                int i;
    wrcolor (14,63,63,0);
                for (i=64;i<128;i++)
                                { wrcolor (i,i,i,i); }
}

putdotV (int x,int y,int color)
{
                 long int offset;
                 offset = (long) (320*y)+x;
                 pokeb (VGA_MEM,offset,color);
}

lineV (x1,y1,x2,y2,c)
int x1,y1,x2,y2,c ;
{
    int x,y,deltax,deltay ;
    int xstep,ystep,d ;
    x = x1 ;y = y1 ;
    xstep = 1 ;ystep = 1 ;
    if (x1 > x2)
       xstep = -1 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
       if (y1 > y2)
          ystep = -1 ;
    deltax = abs (x2 - x1) ;
    deltay = abs (y2 - y1) ;
    if (deltax == 0)
       d = -1 ;
    else
       d = 0 ;
    while ( (x != x2) || (y != y2) )
    {
        putdotV (x,y,c) ;
        if (d < 0)
        {
           y = y + ystep ;
           d = d + deltax ;
        }
        else
        {
            x = x + xstep ;
           d = d - deltay ;
        }
    }
}

tone  (int freq,int time)
{
    sound (freq); delay (time*8); nosound ();
}
sef()
{
/*    int i,a=400;
    for (i=1;i<600;i=i+10)
        { sound (a);a=a+5; }
    nosound ();*/
}
thai ()
{

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PGROUP   GROUP     PROG
PROG  SEGMENT   BYTE PUBLIC 'CODE'
        PUBLIC _up_mem,_lo_mem,_we_on,_we_off,_freeze,_no_frz,_re_on,_re_of
      ASSUME    CS:PGROUP

_up_mem proc     far
        mov  al,00h
        mov  dx,2f0h
        out  dx,al
        ret
_up_mem endp

;-----------------------------------------------

_lo_mem proc  far
        mov  al,01h
        mov  dx,2f0h
        out  dx,al
        ret
_lo_mem endp
;-----------------------------------------------
_we_off  proc  far
        mov  al,00h
        mov  dx,2f1h
        out  dx,al
        ret
_we_off endp
;---------------------------------------
_we_on  proc  far
        mov  al,02h
        mov  dx,2f1h
        out  dx,al
        ret
_we_on  endp
;---------------------------------------
_freeze proc  far
        mov  al,00
        mov  dx,2f1h
        out  dx,al
        ret
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
_freeze proc  far
        mov  al,00
        mov  dx,2f1h
        out  dx,al
        ret
_freeze endp
;---------------------------------------
_no_frz proc  far
        mov   al,01
        mov   dx,2f1h
        out   dx,al
        ret
_no_frz endp
;---------------------------------------
_re_on  proc  far
        mov al,02
        mov dx,02f0h
        out dx,al
        ret
_re_on  endp
;---------------------------------------
_re_of  proc   far
        mov al,00
        mov dx,2f0h
        out dx,al
        ret
_re_of  endp
;---------------------------------------
 PROG   ENDS
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PGROUP   GROUP     PROG
PROG     SEGMENT   BYTE PUBLIC 'CODE'
                                    PUBLIC    _setVGA,_gray,_wrcolor,_setcur,_tran
         ASSUME    CS:PGROUP
;-----------------------------------------------
         ;setVGA (mode)
_setVGA  proc      far
          push  bp
          mov   bp,sp
          mov   ah,00H
          mov al,[bp+6]
          int  10H
          mov sp,bp
          pop bp
          ret
_setVGA  endp
;-----------------------------------------------
          ;gray (buffer,firstreg,numreg)
_gray     proc      far
          push      bp
          mov       bp,sp
          les       dx,[bp+6]
          mov       bx,[bp+10]
          mov       cx,[bp+12]
          mov       ax,1012H
          int       10H
          mov       sp,bp
          pop       bp
          ret
_gray     endp
;-----------------------------------------------
          ;wrcolor (regnum,red,green,blue)
_wrcolor proc       far
         push       bp
         mov        bp,sp
         mov bx,[bp+6]        ;REGNUM
         mov        dh,[bp+8]        ;RED
         mov        ch,[bp+10]       ;GREEN
         mov        cl,[bp+12]       ;BLUE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     ax,1010H
        int     10H
        mov     sp,bp
        pop     bp
        ret
_wrcolor endp
;-------------------------------------------
        ;setcur (row,col)
_setcur  proc   far
         push    bp
         mov     bp,sp
         mov     ah,02H
         mov     ch,[bp+6]   ;ROW
         mov     dl,[bp+8]   ;COLOUMN
         mov     bh,[bp+10]  ;page
         int     10H
         mov     sp,bp
         pop     bp
         ret
_setcur  endp
;-------------------------------------------
_tran    proc    far
         mov     al,00h      ;up_mem
         mov     dx,2f0h
         out     dx,al
         push    ds
         mov     ax,0d000H
         mov      ds,ax
         mov     si,0000H
         mov      di,si
         mov     ax,0a000H
         mov     es,ax
         mov     cx,0FFFFH
         rep     movsb
         pop     ds
         mov     al,01h      ;lo_mem
         mov     dx,2f0h
         out     dx,al
         push    ds
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     ax,0d000H
        mov      ds,ax
        mov     si,0000H
        mov      di,si
        mov     ax,0a000H
        mov     es,ax
        mov     cx,0FFFFH
        rep     movsb
        pop     ds

        ret
_tran   endp

PROG    ENDS
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X1
10 MHz
U1A
C1
0.01 uF
U1B
U1C
74LS04
R1
500
R3
200
R2
500
+5vcc
U2
74LS293
U3A
U4A
74LS08
U5A
74LS00
R4
4.7K
C8
15 pF
U6A
CEXT
REXT/CEXT
A
B
CLR
Q
74LS123
/VDSTB (7)
C-INTER (6)
VR2
100K
C2
0.001uF
U7A
VR3
100K
C3
300pF
U7B
VR1
100K
C4
0.001uF
U8A
U5B
(4). (2)
CLK-SHF
U1D
(2)
RESET
/RESET
U1E
U1F
R1
100
C1
47 uF
U10
74LS293
U11
74LS293
MA14
U12
74LS293
U13
74LS293
VR4
1M
C5
0.03uF
U8B
VR5
1M
C6
0.01uF
U9A
VR6
1M
C7
0.01uF
U9B
U114A
74LS02
/V-BLANK (5)
BL-INTER (6)
U14B
74LS02
/V-SYNC (5)
MA0~MA14 (3)

DISPLAY		
Size B	Document Number SHEET 1	REV
Date: November 24, 1989	Sheet 1 of 7	

(1). (4) CLK-SHF

(4) CLK-LH

+5VCC

U11 74LS293

U3 74LS293

U4 74LS293

U7 74LS293

U8 74LS293

#U5D 74LS00

#U4D 74LS08

#U5C 74LS00

U1 BNC

Q1 2SC1815

R1 75

R2 10K

C1 47 uF

R3 5.6K

R4 1K

R5 10K

C2 5 pF

R6 10K

U1 LM318N

R7 100

VR1 5K

C3 10 uF

D1 1S1588

C5 5pF

VR3 10K

U2 LM318N

VR2 5K

C4 10 uF

VD (4)

A/D 8,bit

C.SYNC

V.SYNC

LM1881N

ODD/EVEN

C6 0.1uF

C7 0.1uF

680K

U12

VR4 100K

VR5 100K

U9A CEXT

C8 0.001 uF

REXT/CEXT

74LS123

U9B CEXT

C7 300pF

REXT/CEXT

74LS123

VR6 1M

U9A CEXT

C8 0.03uF

REXT/CEXT

74LS123

VR7 1M

U10A CEXT

C9 0.01uF

REXT/CEXT

74LS123

VR9 1M

U10B CEXT

C10 0.01uF

REXT/CEXT

74LS123

VR8 1M

U14A CEXT

C13 .03 uF

REXT/CEXT

74LS123

U15A

74LS04

U13A

74LS74

U13B

74LS74

U16A

74LS08

U16B

74LS08

#U4C

74LS00

#U14C

74LS02

#U14D

74LS02

R10 4.7K

C11 15 pF

U5B CEXT

REXT/CEXT

74LS123

R11 1 K

C12 10UF/16V

(5) /WT<2:0>

RESET (1)

/A-SLK (5)

BLK-SHF (5)

/W-SYC (5)

HAD HA14 (3)

/W-WR (3)

WRT

/WRT (4). (5)

WRWT (5)

#U = FROM DISPLAY SHEET

WRITE

Size	Document Number	REV
C	SHEET 2	

Date: January 3, 1990 Sheet 2 of 7

(2) MA7~MA14
(2) MA0~MA6
(1) AD8~AD15
(1) AD2~AD8
(6) /BUSVD
(6) ADX
(6) /WR
(6) PROTECT-/WR
(2) /W-WR
(6) BUSVD
(6) AD1
(6) AD0
(6) BUSVD
(2) /WWT
(2) WA0~WA14

U1, U2, U3, U5, U6, U8, U10, U12, U14: 74LS257 (1A 1B 2A 2B 3A 3B 4A 4B / 1Y 2Y 3Y 4Y / G A/B)
U4: 74LS138 (A B C / G1 G2A G2B / Y0 Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7)
U7, U9, U11, U13: 74LS244 (1A1 1A2 1A3 1A4 2A1 2A2 2A3 2A4 / 1Y1 1Y2 1Y3 1Y4 2Y1 2Y2 2Y3 2Y4 / 1G 2G)

U6 outputs: 4/CS4, 7/CS3, 9/CS2, 12/CS1

U7: MA14 MA13 MA12 MA11 MA10 MA9 MA8 MA7 → MD14 MD13 MD12 MD11 MD10 MD9 MD8 MD7
U9: MA6 MA5 MA4 MA3 MA2 MA1 MA0 → MD6 MD5 MD4 MD3 MD2 MD1 MD0
U11: AD15 AD14 AD13 AD12 AD11 AD10 AD9 → MD14 MD13 MD12 MD11 MD10 MD9 MD8 MD7
U13: AD8 AD7 AD6 AD5 AD4 AD3 AD2 → MD6 MD5 MD4 MD3 MD2 MD1 MD0

U8: MD14 MD13 MD12 MD11 / WA14 WA13 WA12 WA11 → A14 A13 A12 A11
U10: MD10 MD9 MD8 MD7 / WA10 WA9 WA8 WA7 → A10 A9 A8 A7
U12: MD6 MD5 MD4 MD3 / WA6 WA5 WA4 WA3 → A6 A5 A4 A3
U14: MD2 MD1 MD0 / WA2 WA1 WA0 → A2 A1 A0

/OE
/WE
(7)
/CS4 /CS3 /CS2 /CS1
(6)
/EN1 /EN2 /EN3 /EN4

MULTIPLEX, BUFFER

Size	Document Number	REV
B	SHEET 3	
Date: January 4, 1980	Sheet 3 of 7	

ANALOG TO DIGITAL

Size	Document Number	REV
B	SHEET 4	

Date: December 5, 1989 Sheet 4 of 7

(1). (2) CLK-SHF
(2) /BLK-SHF
(2) CLK-LH
(5). (4) /HWT

(2) VD

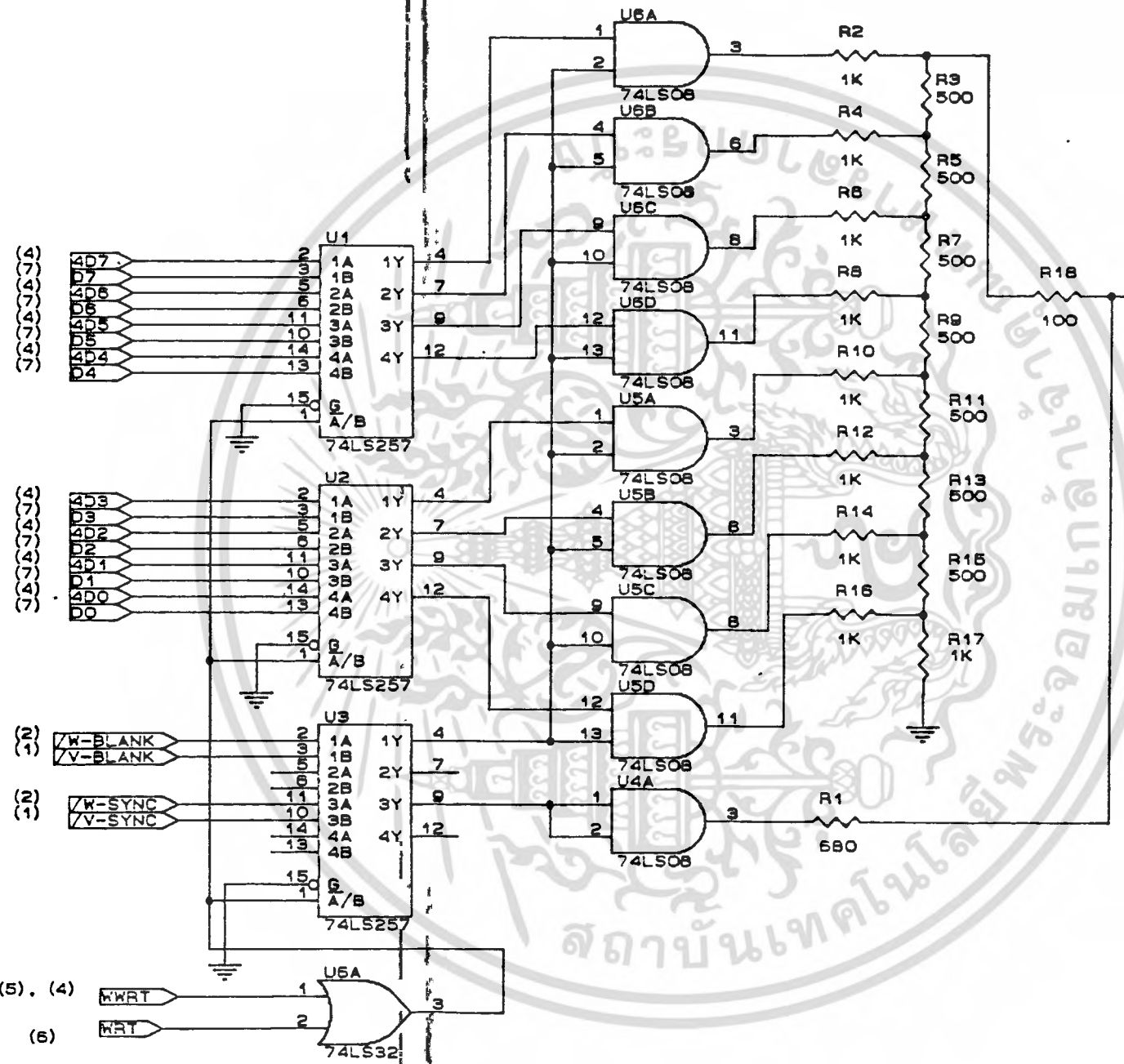
A/D 8 bit

U1 U2 U3 U4 U5 U6 U7 U8 U9 U10 U11 U12 U13 U14 U15 U16 U17 U18

74ALS244 74ALS273 74ALS164

(5) 4D0 4D1 4D2 4D3 4D4 4D5 4D6 4D7

(7). (6)



DIGITAL TO ANALOG		
Size: B	Document Number SHEET 5	REV
Date: November 24, 1989	Sheet 5 of 7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERFACE TO IBM PC

Size	Document Number	REV
B	SHEET 6	

Date: November 21, 1988 Sheet 6 of 7

TO IBM PC

(1) (2) (3) (5) (7)

WRT
PROTECT WR
WT<2F1>
WT<2F1>
ADX
AD0~AD15
EN4
WR
EN3
BL-INTER
EN2
BUSVD
VUSVD
EN1

D1 RED
D2 GREEN
D3 RED
+5VCC
500 500 500

74LS175 U18
74LS175 U13
74LS138 U12
74LS138 U11
74LS08 U15A
74LS08 U15D
74LS132 U15C
74LS08 U15C
74LS08 U16C
74LS08 U16B
74LS08 U17B
74LS04 U17A
74LS04 U17E
74LS132 U17A
74LS132 U15A
74LS132 U15B
74LS05 U18A
74LS107 U6A
74LS123 U5A
74LS85 U14
SW DIP-4 SW1
4.7K R1
4.7K R2
4.7K
47 UF
VCC

74LS125 U20B
74LS125 U20A
74LS244 U20
74LS244 U4
74LS244 U3
74LS244 U2
74LS244 U9
74LS245 U10
74LS245 U8
74LS245 U7
74LS245 U1

D1 D0
4D0~4D7 3D0~3D7 2D0~2D7 1D0~1D7
A0 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19
AEN MEMR MEMW IOR IOW
C-INTER
M/O RDY
A (1)
Q (13)

RAM (32K×4)

Size	Document Number	REV
B		

Date: November 21, 1989 Sheet 7 of 7

(1). (7) /VDSTB
(4). (2) CLK-SHF

(3)

(5)

(4)

(6)

D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7

U5 U6 U7 U8 U9 U10 U11 U12 — 74ALS165 (SH/LD, CLK, INH, QH, SER, A, B, C, D, E, F, G, H)

U1 U2 U3 U4 — 62256 SRAM (A0–A14, D0–D7, /CS, /OE, /WE)

+5VCC +VCC GND

/WE /OE /CS1 /CS2 /CS3 /CS4

1D0–1D7 2D0–2D7 3D0–3D7 4D0–4D7

A0–A14