สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ

512x512 Pixels of Color Image Display

วิวัฒน์ ศรีเพ็ง

WIWAT SRIPENG

T017098

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์

ADVISOR

ASSOC.Prof.Dr. MANAS SANGWORASIL

เลขหมู่

เลขทะเบียน 17098

วัน, เดือน, ปี 5 ก.พ. 2535

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

ISBN 974 - 8155 - 94 - 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ
นักศึกษา นาย วิวัฒน์ ศรีเพ็ง
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์
ระดับการศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการนำเอาสัญญาณภาพแบบอนาล็อกมาแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลทางดิจิตอล จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมากมายตัวอย่างเช่น ระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์, โทรศัพท์ภาพ,ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ข้อมูลภาพที่ได้ยังสามารถจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองเพื่อที่จะเรียกมาใช้งานต่อไปได้

ในการเก็บข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำสำรองนั้น แต่ก่อนจะทำได้ช้าและเก็บรายละเอียดของภาพได้น้อย สาเหตุสำคัญอันหนึ่งก็เนื่องจากว่าอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก (Analog) เป็นข้อมูลทางดิจิตอล(Digital) ที่สามารถทำงานที่ความถี่สูงๆนั้นมีราคาแพงมาก และหาซื้อยากไม่เหมาะกับงานด้านนี้ แต่ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำได้พัฒนาขึ้นมาก ทำให้อุปกรณ์จำพวกนี้มีราคาถูกลงและมีขายทั่วไป ทำให้ระบบการเก็บข้อมูลภาพมีการพัฒนาให้สามารถเก็บข้อมูลภาพได้รายละเอียดของภาพมากขึ้นตามลำดับจนเป็นเครื่องเก็บข้อมูลภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ แต่ความสามารถในการนำเอาข้อมูลภาพที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานถูกจำกัดเฉพาะภาพขาวดำ

ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ เพื่อให้ข้อมูลภาพที่ได้ใกล้เคียงกับภาพจริงมากที่สุด โดยนำเอาสัญญาณภาพโทรทัศน์สีมาเก็บในรูปของข้อมูลทางดิจิตอลแล้วแสดงออกที่จอมอนิเตอร์ แต่ละภาพสีได้จากการสะแกนจำนวน 512 เส้น และแต่ละเส้นประกอบด้วยจุดภาพจำนวน 512 จุด โดยแต่ละจุดสามารถแสดงระดับสีได้ 16,777,216 สี ใช้พื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลในแต่ละภาพขนาด 384 กิโลไบท์ โดยใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วต่ำที่ใช้อยู่ทั่วไป และได้ออกแบบให้ใช้งานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปโดยเฉพาะ IBM PC/XT/AT หรือที่ใช้งานแทนกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	512x512 Pixels of Color Image Display
Name	Mr. Wiwat Sripeng
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Manus Sangworasil
Level of Study	Master of Engineering in Elestrical Engineering
Academic Year	1991

Abstract

Noweday,there are many applications of converting analog signal to digital information for example; Robotic Vision,Picture Telephone,Satellite Image etc. Furthermore, the digital information can be stored and retrieved to process

Many years ago, the memory storing(or Digitizer) was very slow and low resolution. One of the important reasons that the cost of high frequency analog to digital converter devices were expensive and rare. But now,semiconductor technology is widely developed,the cost of those ones were lower,and Digitizer was developed to be 512 x 256 pixels Digitizer,but this is limited for black and white information only.

This thesis presents design and construction 512 x 512 pixels of Color Image Display in order to get the display that possibly as same as the actual vision. By converting color television signal to digital data and then displaying at monitor,each display caused by 512 lines,512 pixels each,uses memory 384 kilobytes. Each pixel can display 16,777,216 levels of colors. The prototype with low speed memory can be accompanied to general microcomputers especially the IBM PC/XT/AT and compatible machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ รวมถึงพี่ชายที่ให้ความช่วยเหลือและอุปการะในทุกด้าน

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณต่ออาจารย์ ประภากร สุวรรณะ,อาจารย์ สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์, อาจารย์ อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล และพี่ๆห้องวิจัยอิเลคทรอนิคส์ทางการแพทย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านการแก้ไขโปรมแกรมและการถ่ายภาพทั้งหมด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณท่านผู้ที่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

ABSTRACT

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญตาราง

สารบัญรูป

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 2

1.3 ขอบข่ายของวิทยานิพนธ์ 2

1.4 เนื้อหาวิทยานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีสีและโทรทัศน์สี 4

2.1 ลักษณะโครงสร้างและการมองเห็นของตามนุษย์ 4

2.2 ทฤษฎีสีและการแสดงภาพสี 11

2.3 สัญญาณภาพโทรทัศน์สี 14

2.3.1 สัญญาณลูมิแนนซ์ 15

2.3.2 สัญญาณโครมิแนนซ์ 15

2.3.3 สัญญาณเบิสท์ 16

2.3.4 สัญญาณซิงค์ 16

2.3.4.1 การสะแกนแบบสลับเส้น 17

2.3.4.2 การสะแกนแบบไม่สลับเส้น 18

2.4 ระบบโทรทัศน์ 19

2.4.1 ระบบมาตรฐาน NTSC 20

2.4.2 ระบบมาตรฐาน SECAM 22

2.4.3 ระบบมาตรฐาน PAL 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 3 การแสดงสัญญาณภาพทางดิจิตอล 30

3.1 บทนำ 30

3.2 ลักษณะการเก็บภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพ 31

3.3 ลักษณะการเก็บภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ 32

3.3.1 การเก็บข้อมูลภาพโดยตรง 33

3.3.2 การเก็บข้อมูลภาพแบบสลับชุดหน่วยความจำ 35

3.3.3 การเก็บข้อมูลภาพแบบเลื่อนข้อมูลภาพ 36

บทที่ 4 การแสดงสัญญาณผลภาพทางดิจิตอลในระบบคอมพิวเตอร์ 40

4.1 บทนำ 40

4.2 การแสดงผลภาพในระบบ EGA 40

4.3 การแสดงผลภาพในระบบ VGA 42

บทที่ 5 เครื่องแสดงภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ 47

5.1 บทนำ 47

5.2 บลอ็กไดอะแกรม 47

5.3 การทำงานของระบบ 49

5.4 ข้อดีข้อเสียของระบบ 52

บทที่ 6 การออกแบบและสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ

6.1 บทนำ 54

6.2 ส่วนของวงจรแยกสัญญาณสี 56

6.2.1 สัญญาณอินพุทแบบสัญญาณภาพสีรวม 56

6.2.2 สัญญาณอินพุทแบบแยกสี RGB 58

6.3 ส่วนการสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรม 58

6.3.1 โหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ 61

6.3.2 โหมดการแสดงผลภาพสี 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

6.4 ส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรม 70

6.4.1 โหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ 75

6.4.2 โหมดการแสดงผลภาพสี 81

6.4.3 โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 85

6.5 ส่วนการเปลี่ยนรูปสัญญาณ 92

6.5.1 วงจรเปลี่ยนรูปสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกเป็นข้อมูลทางดิจิตอล 92

6.5.2 วงจรเปลี่ยนรูปข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นสัญญาณแบบอนาล็อก 94

6.6 ส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 98

6.6.1 วงจรในส่วนการดีโค้ดแอดเดรสและเช็คแบลงค์ 99

6.6.1-1 การเซฟข้อมูลภาพสี 101

6.6.1-2 การโหลดข้อมูลภาพสี 102

6.6.2 วงจรในส่วนของพอร์ทคอนโทรล 104

บทที่ 7 โปรแกรมการใช้งานของเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ

7.1 ลักษณะคุณสมบัติ 107

7.2 โฟล์ชาร์ทการทำงาน 108

7.3 ซอฟแวร์ 110

7.3.1 การใช้งานซอฟแวร์ (Software Using) 110

7.3.1-1 การเก็บข้อมูลภาพสีแบบแยกไฟร์ 112

7.3.1-2 การเก็บข้อมูลภาพสีแบบรวมเป็นไฟร์เดียว 113

บทที่ 8 ผลการทดลอง 117

8.1 เป็นการแสดงภาพสีที่ได้ก่อนการเก็บข้อมูลภาพ 117

8.2 เป็นการแสดงภาพสีที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาพสีของเครื่อง 118

8.3 เป็นการแสดงภาพสีบนจอมอนิเตอร์ของระบบคอมพิวเตอร์ 118

บทที่ 9 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 120

9.1 สรุปผลงานวิจัย 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

9.2 แนวทางพัฒนาต่อไป 121

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก ก โปรแกรมที่ใช้งาน

ภาคผนวก ข วงจรส่วนต่างๆของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงลักษณะโครงสร้างของลูกตา	4
รูปที่ 2.2	แสดงคุณลักษณะการมองเห็นของลูกตา	6
รูปที่ 2.3	แสดงความละเอียดของภาพบนหน้าจอมอนิเตอร์ที่ความละเอียดต่างๆ	7
รูปที่ 2.4	ใช้ในการคำนวณหาจำนวนเส้นสะแกนเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดที่สุด	7
รูปที่ 2.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การมองเห็นกับจำนวนเส้นสะแกนต่อภาพ	9
รูปที่ 2.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแสงบนหน้าจอมอนิเตอร์กับเวลา	11
รูปที่ 2.7	แสดงการแยกแสงดวงอาทิตย์ออกเป็นแสงสีต่างๆ	11
รูปที่ 2.8	แสดงสัญญาณสีด้วยเวกเตอร์	13
รูปที่ 2.9	แสดงสัญญาณภาพสีรวม (Composite Video)	14
รูปที่ 2.10	แสดงการก่อรูปสัญญาณ Y	15
รูปที่ 2.11	แสดงการสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้นสะแกน(Interlaced Scanning)	16
รูปที่ 2.12	แสดงการสะแกนสัญญาณแบบไม่สลับเส้นสะแกน(Noninterlaced Scanning)	18
รูปที่ 2.13	บล็อกไดอะแกรมภาคเอนโค้ดเดอร์มาตรฐาน NTSC	20
รูปที่ 2.14	บล็อกไดอะแกรมภาคดีโค้ดเดอร์มาตรฐาน NTSC	21
รูปที่ 2.15	บล็อกไดอะแกรมภาคเอนโค้ดเดอร์มาตรฐาน SECAM	23
รูปที่ 2.16	บล็อกไดอะแกรมภาคดีโค้ดเดอร์มาตรฐาน SECAM	24
รูปที่ 2.17	แสดงการผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณสีที่ส่งมายังเครื่องรับโทรทัศน์สี	25
รูปที่ 2.18	แสดงการแก้ความผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณสีในระบบ PAL	26
รูปที่ 2.19	แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรภาคเอนโค้ดเดอร์มาตรฐาน PAL	27
รูปที่ 2.20	แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรภาคดีโค้ดเดอร์มาตรฐาน PAL	28
รูปที่ 3.1	แสดงรูปจริงของไอซี CA3018	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.2 แสดงไดอะแกรมเวลาการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลของไอซี CA3318 31

รูปที่ 3.3 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพสีขนาด 256x256 จุดต่อภาพ 32

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ 33

รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมการเก็บข้อมูลภาพโดยตรง 34

รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมการเก็บข้อมูลภาพโดยวิธีแบ่งชุดหน่วยความจำ 35

รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมการเก็บข้อมูลภาพโดยวิธีการเลื่อนข้อมูลภาพ 37

รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการแสดงผลภาพในระบบ EGA/VGA 42

รูปที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนโค้ดสีในระบบ EGA 43

รูปที่ 4.3 แสดงการส่งสัญญาณภาพในโหมดโมโนโครมของระบบ EGA 44

รูปที่ 4.4 แสดงการส่งสัญญาณภาพในโหมดการแสดงภาพสี RGBIของระบบ EGA 44

รูปที่ 4.5 แสดงการส่งสัญญาณภาพสีในโหมดพิเศษ(Enhance Color Mode) ของระบบ EGA 44

รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนโค้ดสีในระบบ VGA 45

รูปที่ 4.7 แสดงการส่งสัญญาณภาพในโหมดโมโนโครมของระบบ VGA 45

รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณภาพในโหมดการแสดงภาพสีของระบบ VGA 46

รูปที่ 5.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ 47

รูปที่ 5.2 แสดงวงจรในส่วนการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ 49

รูปที่ 5.3 แสดงวงจรในส่วนการอ่านข้อมูลภาพจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ 51

รูปที่ 6.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ 55

รูปที่ 6.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมเครื่องรับโทรทัศน์สีที่แก้ไขวงจรบางส่วน 57

รูปที่ 6.3 แสดงวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการเขียนภาพสี 59

รูปที่ 6.4 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณ VDSTB และสัญญาณ W-/WR 60

รูปที่ 6.5 แสดงวงจรสร้างสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพฟิล์ดเดียวและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

สัญญาณ WWRRT 62

รูปที่ 6.6 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพฟิล์ดเดียว และสัญญาณ WWRRT 63

รูปที่ 6.7 แสดงโครงสร้างของไอซี LM1881N 65

รูปที่ 6.8 แสดงการสร้างสัญญาณฮอริซอนทอลแบลงค์(Horizontal Blank) 65

รูปที่ 6.9 แสดงการสร้างสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์(Vertical Blank) 66

รูปที่ 6.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมการสร้างสัญญาณซิงค์ในโหมดการแสดงผลภาพสี 67

รูปที่ 6.11 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณซิงค์และแบลงค์ที่ได้จากวงจรสร้าง สัญญาณซิงค์ 69

รูปที่ 6.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมในส่วนการมัลติเพล็กแอดเดรสและวงจรเกท-คอนโทรล 71

รูปที่ 6.13 แสดงวงจรในส่วนการสร้างสัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE 73

รูปที่ 6.14 แสดงทางเดินของสัญญาณต่างๆที่ถูกเลือกในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสี จากกล้องวีดีโอ 75

รูปที่ 6.15 แสดงไดอะแกรมเวลาการสร้างสัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE ในโหมดการเขียนภาพสี 76

รูปที่ 6.16 แสดงบล็อกไดอะแกรมขบวนการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำ วีดีโอแรม 77

รูปที่ 6.17 แสดงการจัดการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรม 79

รูปที่ 6.18 แสดงไดอะแกรมเวลาของการเก็บข้อมูลภาพสีลงหน่วยความจำ วีดีโอแรม 80

รูปที่ 6.19 แสดงการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ 81

รูปที่ 6.20 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมที่ใช้ในโหมดการแสดงผลภาพสี 82

รูปที่ 6.21 แสดงการเลื่อนข้อมูลภาพสีออกสู่มอนิเตอร์ 83

รูปที่ 6.22 แสดงไดอะแกรมเวลาของการเลื่อนข้อมูลภาพสีออกจากวงจรเลื่อนข้อมูล-ภาพสู่มอนิเตอร์ 84

รูปที่ 6.23 แสดงขบวนการนำเอาข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่ มอนิเตอร์ 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 6.24 แสดงทางเดินของสัญญาณต่างๆที่ถูกเลือกในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 86
รูปที่ 6.25 แสดงลักษณะการแบ่งพื้นที่หน่วยความจำวีดีโอแรมสำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์ 91
รูปที่ 6.26 แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรเปลี่ยนสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกเป็นข้อมูล-ภาพทางดิจิตอล(A/D) 93
รูปที่ 6.27 แสดงไดอะแกรมของวงจรในส่วนการเปลี่ยนข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นข้อมูลภาพสีแบบอนาล็อก(D/A) 94
รูปที่ 6.28 แสดงไดอะแกรมเวลาของการแบลงค์ข้อมูลภาพสีในโหมดการเขียนอ่านข้อมูลภาพสี 97
รูปที่ 6.29 แสดงบล็อกไดอะแกรมและสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 99
รูปที่ 6.30 แสดงวงจรการดีโค้ดแอดเดรสและเช็คแบลงค์ 100
รูปที่ 6.31 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ใช้ในการเซฟข้อมูลภาพสี 102
รูปที่ 6.32 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ใช้ในโหมดการโหลดข้อมูลภาพสี 103
รูปที่ 6.33 แสดงวงจรในส่วนของพอร์ทคอนโทรล 104
รูปที่ 7.1 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในตัวเครื่อง 107
รูปที่ 7.2 แสดงการต่อใช้งานของเครื่อง 108
รูปที่ 7.3 แสดงโฟร์ชาร์ทการทำงานของเครื่อง 109
รูปที่ 7.4 แสดงเมนูเลือกฟังชั่นการทำงานของเครื่อง 111
รูปที่ 7.5 แสดงลักษณะการเซฟข้อมูลภาพสีแบบแยกคนละไฟร์ 113
รูปที่ 7.6 แสดงการจัดข้อมูลโค้ดสี 114
รูปที่ 7.7 แสดงข้อมูลภาพสีที่ต้องเก็บลงสู่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ 115
รูปที่ 7.8 แสดงการเปรียบเทียบภาพสีที่ได้จากการลดข้อมูลภาพสีกับภาพสีเดิม 116
รูปที่ 8.1 แสดงภาพสีที่ได้จากกล้องวีดีโอ 117
รูปที่ 8.2 แสดงภาพสีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรมของเครื่อง 118
รูปที่ 8.3 แสดงภาพสีที่แสดงบนจอมอนิเตอร์แบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์ 119
รูปที่ 9.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

1024x256 จุดต่อภาพ 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 สรุปความละเอียดจอมอนิเตอร์ในโหมดการทำงานต่างๆที่ใช้งานอยู่ทั่วไป 41

ตารางที่ 6.1 แสดงการกำหนดข้อมูลเพื่อควบคุมการติดต่อกับพื้นที่หน่วยความจำของเครื่อง 89

ตารางที่ 6.2 แสดงข้อมูลที่เอาร์พุทพอร์ทเพื่อกำหนดการทำงานของเครื่อง 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในวงจรส่วนต่างๆ

ในแผ่นวงจรแต่ละส่วนจะมีสัญญาณอินพุทเอาร์พุทอยู่มากมายและใช้ตัวย่อเป็นสัญญลักษณ์ หากในแผ่นอื่นที่ใช้สัญญลักษณ์อันเดียวกันก็จะหมายถึงสัญญาณต่อถึงกัน ก็จะมีวงเล็บบอกถึงหมายเลขแผ่นวงจรไว้และความหมายของสัญญลักษณ์นั้นมีดังต่อไปนี้:-

VDSTB	สัญญาณการสโตป(Strobe) ข้อมูลให้แก่ไอซีตัวเลื่อนข้อมูลออกสู่วงจร D/A
W-WR	สัญญาณการเขียนภาพสีจากส่วนเขียนข้อมูลภาพที่มาจากกล้องวีดีโอ
C-INTER	สัญญาณคล็อกขนาด 400 นาโนวินาที ใช้กำหนดช่วงอ่านเขียนข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์
CLK-SHF	สัญญาณคล็อกขนาด 100 นาโนวินาที ใช้เป็นความถี่ในการสุ่มสัญญาณภาพสีและสำหรับเลื่อนข้อมูลภาพสีเข้าสู่วีดีโอแรม
RESET	เพาเวอร์ออนรีเซทกำหนดการทำงานตอนเริ่มต้น
V-BLANK	สัญญาณแบลงค์จากส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล
BL-INTER	สัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์ ใช้ในกำหนดการอ่านเขียนข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์ในช่วงแบลงค์
WM0-WM14	สัญญาณอ้างแอดเดรสวีดีโอแรมจากส่วนเขียนอ่านข้อมูลภาพสี(Write & Display Mode)
CLK-LH	สัญญาณคล็อกใช้แลทช์ข้อมูลภาพสีเข้าสู่วีดีโอแรม
WT<2f1>	ระดับโลจิกจากเอ้าร์พุทพอร์ทคอนโทรลใช้กำหนดโหมดการทำงาน
VER-BLK	สัญญาณแบลงค์ใช้เคลียร์ไอซีตัวเลื่อนข้อมูลภาพสีเข้าสู่วีดีโอแรม
SYNC-V	สัญญาณซิงค์ที่มาจากกล้องวีดีโอ
SYNC	สัญญาณซิงค์ที่ใช้ควบคุมการสะแกนภาพบนจอภาพ
WWT	สัญญาณที่ใช้กำหนดช่วงการเขียนข้อมูลภาพสีหนึ่งฟิลด์
WWRT	สัญญาณกำหนดการมัลติเพล็กข้อมูลภาพสีในวงจรส่วนการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก
WWRRT	สัญญาณควบคุมสวิทช์สำหรับเลือกสัญญาณซิงค์ในการควบสร้างแอดเดรสแก่วีดีโอแรม
ADX	สัญญาณกำหนดการอ้างแอดเดรสส่วนบนและส่วนล่างของจอภาพ
WR	สัญญาณการเขียนข้อมูลภาพสีกับหน่วยความจำจากไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Protect-Wr เอ้าร์พุทพอร์ทคอนโทรลป้องกันการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่วีดีโอแรม

BUSVD สัญญาณกำหนดช่วงอ่านเขียนข้อมูลภาพสีกับวีดีโอแรมในโหมดการอินเตอร์เฟส

AO-A13 สัญญาณการอ้างแอดเดรสแก่วีดีโอแรมในการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์

CS1-CS4 สัญญาณกำหนดตัววีดีโอแรมแต่ละตัวในแต่ละเพจสี ในการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์

EN1-EN4 สัญญาณการอีนาเบิ้ลบัฟเฟอร์ ในการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์

OE สัญญาณการอ่านข้อมูลออกจากวีดีโอแรม

WE สัญญาณการเขียนข้อมูลลงสู่วีดีโอแรม

1DO-1D7 สัญญาณข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลที่ได้จากวงจรเลื่อนข้อมูลภาพ เพื่อใช้แสดงภาพสีในช่วงการแสดงภาพเคลื่อนไหว

DO-D7 สัญญาณข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลที่ได้จากวีดีโอแรม

WRT ระดับโลจิกในการเอ้าร์พุทพอร์ท เพื่อกำหนดการ รีคอล(Recall) ภาพสี

CLK-LH สัญญาณคล็อกในการแลทช์ข้อมูลภาพสีที่ได้จากการเลื่อนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสี

SYNC-SEL สัญญาณซิงค์ที่ผ่านวงจรสวิทช์เลือกสำหรับการสร้างแอดเดรสในโหมดการทำงานต่างๆ

W-BLK สัญญาณแบลงค์รวมที่มีการปรับแต่งรูปสัญญาณแล้วสำหรับใช้เป็นสัญญาณแบลงค์ในการแสดงภาพสีที่จอมอนิเตอร์

DET 256 Line สัญญาณที่แสดงการสะแกนสัญญาณภาพสีครบ 256 เส้นสะแกน

BUS-CTL สัญญาณที่ได้จากวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์(Interface) สำหรับควบคุมทิศทางการใช้บัสข้อมูล ในการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์

SD2,SD3 ระดับสัญญาณที่ได้จากการเอ้าท์พุทพอร์ทเพื่อเลือกเพจของหน่วยความจำในการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์

BUS-WWT สัญญาณที่ใช้ในการควบการเลือกสัญญาณแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการทำงานต่างๆ

RGB OUTPUT สัญญาณภาพในแต่ละเพจสีแบบอนาล็อกของเครื่องแสดงภาพสีสำหรับป้อนให้แก่จอมอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1
บทนำ
(Introduction)

1.1 ความเป็นมาของหัวข้อวิทยานิพนธ์

ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้จากเครื่องอำนวยความสะดวกที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันต่างๆ ตัวอย่างเช่น การสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานแทนคนในโรงงานอุตสาหกรรม, ระบบโทรศัพท์มือถือ, ระบบโทรศัพท์ภาพ เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างมากเกี่ยวกับการสร้างตาเทียม, สมองเทียม เริ่มจากการนำเอาข้อมูลภาพที่ได้จากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพ เช่น กล้องวีดีโอ, วีดีโอเทป, เครื่องรับส่งโทรทัศน์เป็นต้น โดยสัญญาณภาพที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพเหล่านี้จะเป็นสัญญาณภาพแบบ อนาล็อก(Analog) ต้องนำมาทำการแปลงให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล (Digital) เพื่อนำไปประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ต่อไป

การเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลโดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลภาพขนาด 64x64 จุดต่อภาพ(ในแต่ละเส้นสะแกนจะทำการเก็บข้อมูลภาพจำนวน 64 จุดภาพ และเก็บทั้งหมด 64 เส้นใน 1 ภาพ) ภาพที่ได้เป็นภาพที่หยาบมาก เห็นภาพประกอบด้วยจุดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำให้มองเห็นรายละเอียดของภาพต่ำ ต่อมาได้พัฒนาให้สามารถเก็บข้อมูลภาพได้รายละเอียดของภาพมากขึ้นเป็นลำดับ จนเป็นเครื่องเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 256x256 จุดต่อภาพ ใช้พื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพทั้งหมด 64 กิโลไบท์(KByte) ภาพที่ได้มีความละเอียดมากพอสมควร แต่ในงานการวิเคราะห์ข้อมูลภาพบางอย่างต้องใช้ความละเอียดของภาพสูงมาก ตัวอย่างเช่น การสร้างภาพ 3 มิติ , การส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์แบบ Boardcast เป็นต้น ต่อมาได้พัฒนาเป็นเครื่องเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ ใช้พื้นที่หน่วยความจำทั้งหมด 128 กิโลไบท์(KByte) ภาพที่ได้มีความละเอียดของภาพเพิ่มขึ้นกว่าเดิม 2 เท่า ก็มากพอสำหรับการนำเอาข้อมูลภาพนี้ไปใช้งานที่ต้องการความละเอียดของภาพสูงได้ แต่ขีดจำกัดจะกระ-ทำได้เฉพาะภาพขาวดำ ทำให้ไม่สามารถใช้ในงานที่เกี่ยวกับภาพสีได้เลย ดังในงานนี้จึงค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลภาพสีและเพื่อไม่ให้เปลืองพื้นที่หน่วยความจำมากเกินความจำเป็น จึงสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ และเพื่อให้ง่ายและสะดวกแก่การสร้างและซ่อมบำรุง จึงออกแบบให้สามารถใช้หน่วยความจำความเร็วต่ำเก็บข้อมูลภาพสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเช่นนี้จะช่วยทำให้ลดต้นทุนการผลิตแทนที่จะใช้หน่วยความจำความเร็วสูง ซึ่งมีราคาแพง , หาซื้อยากต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทำให้เสียเงินตราต่างประเทศ การทำเช่นนี้จะช่วยลดการขาดดุลการค้าแก่ต่างประเทศได้อีกทางหนึ่ง

แนวทางของวิทยานิพนธ์นี้ เป็นการพัฒนาเครื่องเก็บข้อมูลภาพให้สามารถเก็บข้อมูลสีทางดิจิตอลที่มีความละเอียดของภาพสูงได้ เพื่อที่จะนำไปประมวลผลภาพบนคอมพิวเตอร์และประยุกต์ใช้งานต่างๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาลักษณะการเก็บข้อมูลภาพสีให้ได้ความละเอียดของภาพมากลงสู่หน่วยความจำความเร็วต่ำ

2) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการลดข้อมูลภาพสีให้สามารถแสดงภาพสีบนจอมอนิเตอร์แบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์ได้

3) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของแสงสี

4) ออกแบบและสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ โดยใช้หน่วยความจำความเร็วต่ำ ตามเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้

5) เพื่อเพิ่มขอบเขตของการนำเอาข้อมูลภาพที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานให้กว้างขวางต่อไป

6) เพื่อเป็นแนวทางในการนำเอาข้อมูลภาพสีไปประยุกต์ใช้งาน

7) เป็นการเสริมสร้างงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการเก็บและการประยุกต์ใช้งานของข้อมูลภาพที่ได้

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ซึ่งเป็นการนำเอาสัญญาณภาพสีจากกล้องวีดีโอ หรือจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพสีต่างๆที่ได้มาทำการเก็บสู่หน่วยความจำทั้ง 3 สีแยกกัน เพื่อที่จะนำเอาข้อมูลภาพสีที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในงานต่างๆที่เกี่ยวกับภาพได้ โดยทำการส่งผ่านข้อมูลภาพสีที่ได้ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ทั่วไปโดยเฉพาะ IBM PC/XT/AT หรือที่ใช้แทนกันได้ เป็นต้น ในการส่วนแสดงผลภาพสีของตัวเครื่องจะแสดงออกสู่จอมอนิเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับการทดลองใช้งานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องได้แสดงออกที่จอภาพโทรทัศน์สี หรือจอมอนิเตอร์สีทั่วไป

1.4 เนื้อหาของงวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีสีและระบบโทรทัศน์สี ซึ่งเป็นการกล่าวแบบคร่าวๆโดยเลือกเอาเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แต่ถ้าต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมก็สามารถค้นคว้าได้จากหนังสืออ้างอิง[7] ที่แสดงไว้ท้ายเล่มของวิทยานิพนธ์นี้

บทที่ 3 กล่าวถึงลักษณะการแสดงภาพสีทางดิจิตอลและการเก็บข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแบบต่างเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 4 กล่าวถึงลักษณะการแสดงผลภาพสีบนระบบไมโครคอมพิวเตอร์ เนื่องจากในวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการนำเอาข้อมูลภาพสีที่ได้ที่หน่วยความจำวีดีโอแรมไปใช้ประโยชน์งานต่างๆ โดยเฉพาะงานทางด้านการประมวลผลภาพโดยมีการส่งผ่านข้อมูลภาพสีทางบัสข้อมูล (Data Bus)ของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการใช้งานได้ออกแบบซอฟแวร์ให้สามารถนำเอาข้อมูลภาพสีที่ได้นี้แสดงออกยังมอนิเตอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ได้ ด้วยเหตุนี้การศึกษาการแสดงผลภาพของระบบคอมพิวเตอร์จะช่วยทำให้เข้าใจระบบการทำงานของเครื่องดีขึ้น

บทที่ 5 กล่าวถึงโครงสร้างของเครื่องแสดงผลภาพสีที่ได้ทำอยู่เดิม ซึ่งเป็นเครื่องแสดงผลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ เป็นการแสดงผลภาพขาวดำที่สามารถแสดงระดับเทาได้ 256 ระดับ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องและเพื่อไม่ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้หนาเกินไปจึงขอกล่าวแต่เพียงคร่าวๆ

บทที่ 6 กล่าวถึงหลักการออกแบบและสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตองขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ตลอดจนการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง ซึ่งจะแยกกล่าวไปเป็นส่วนๆ เพื่อให้เข้าใจถึงส่วนต่างๆของเครื่องได้อย่างละเอียด

บทที่ 7 กล่าวถึงคุณลักษณะและโปรแกรมการใช้งานของเครื่อง ตลอดจนการทำงานของเครื่องโดยแสดงเป็นลักษณะของโฟล์ชาร์ท

บทที่ 8 กล่าวถึงผลการทดลองของเครื่อง

บทที่ 9 กล่าวถึงการสรุปผลงานวิจัยนี้และแนวทางการพัฒนาต่อไป

ภาคผนวก ก. โปรแกรมที่ใช้งาน

ภาคผนวก ข. วงจรส่วนต่างๆของเครื่อง

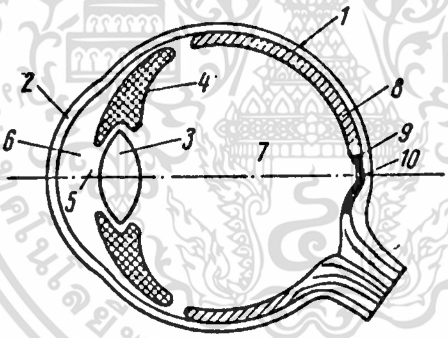
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีแสงสีและระบบโทรทัศน์สี

ในบทนี้เป็นการศึกษาหลักการมองเห็นแสงสีของตามนุษย์ และศึกษาเกี่ยวกับการแสดงภาพสีตลอดจนการศึกษาลักษณะสัญญาณต่างๆของระบบโทรทัศน์สี เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอล ดังจะกล่าวในบทที่ 6 ต่อไป

2.1 ลักษณะโครงสร้างและการมองเห็นของตามนุษย์

ตาคนเรามีลักษณะกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ดังในรูปที่ 2.1



1-Sclera; 2-Cornea; 3-Crystalline Lens; 4-Iris; 5-Pupil;
6-Aqueous Humour; 7-Vitreous Humour; 8-Retina; 9-Opti Nerve
10-Fovea Centralis;

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโครงสร้างของลูกตา

2.1.1 โครงสร้างของตาประกอบด้วย

1) ลูกตาขาว(Sclera, 1) มีลักษณะพื้นผิวด้านนอกเรียบสีขาว แสงสามารถทะลุผ่านได้ ด้านหลังมีทางผ่านของเส้นประสาทรับแสง (Optic Nerve),พื้นผิวด้านในสีน้ำตาล จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห่อหุ้มลูกตาไว้ทั้งหมด

2) **กระจกตา(Cornea,2)** หรือตาดำ มีลักษณะเป็นเยื่อบางใสไม่มีสี ทำหน้าที่ให้แสงส่องผ่านเข้าลูกตา

3) **ม่านตา(Iris,4)** มีลักษณะกลมอยู่ระหว่างเลนซ์กับลูกตาขาว (Sclera) มีหน้าที่ขยายขอบเขตการมองเห็นของลูกตา

4) **รูม่านตา(Pupil,5)** เป็นรูเล็กๆในม่านตา มีหน้าที่ปรับปริมาณแสงที่เข้าลูกตาโดยอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

5) **แก้วตา(Crystalline Lens,3)** ทำหน้าที่เป็นเลนซ์ให้กับลูกตา

6) **น้ำหล่อเลี้ยงตา(Aqueous Humor,6)** เป็นวุ้นเหลวอยู่ด้านหลังของกระจกตา (Cornea)

7) **วุ้นในลูกตา(Virtreous Humor,7)**

8) **เรตินา(Retina,8)** เป็นฉากรับภาพด้านหลัง ประกอบด้วย เซลล์ประสาทรับภาพจำนวนมาก

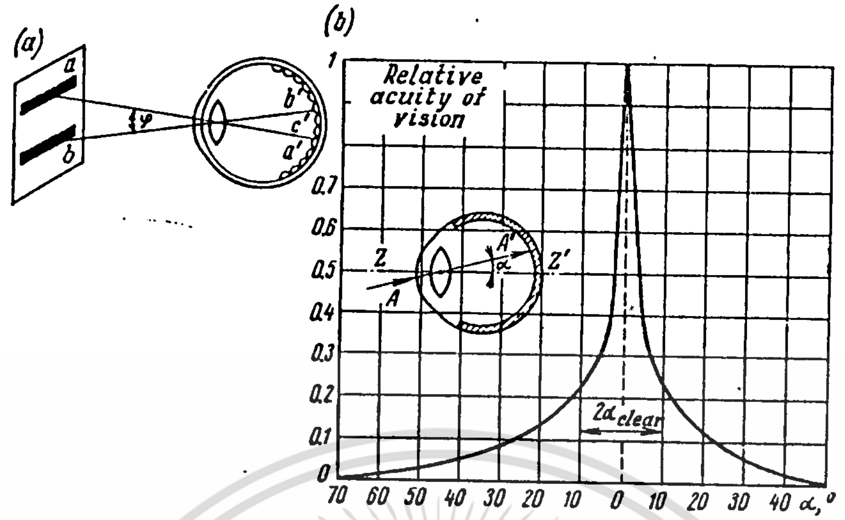
9) **Fovea Cetrailis,10** เป็นแอ่งบุ๋มสีเหลือง พื้นที่บริเวณนี้เป็นจุดโฟกัสภาพที่มีความชัดที่สุด ซึ่งประกอบด้วย เซลล์รับแสงสี (Cones cell)

10) **เส้นประสาทตา(Optic nerve,9)** มีหน้าที่ทำภาพที่รับได้จากฉากรับภาพส่งไปยังสมองเพื่อวิเคราะห์ภาพต่อไป

เซลล์ประสาทรับภาพในตาคนเราแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ Rods และ Cones ซึ่งทั้งสองชนิดจะมีหน้าที่ต่างกันกล่าวคือ Rods จะเป็นประสาทที่รับรู้เฉพาะภาพขาวดำที่เป็นระดับเทา (Gray Tones) โดยประกอบด้วยเซลล์กระสาทประมาณ 100 ล้านเซลล์ ส่วน Cones เป็นเซลล์ประสาทที่รับรู้เฉพาะแสงสีแยกได้เป็น แสงสีเขียว,แดง,น้ำเงิน ประกอบด้วย เซลล์ประสาทประมาณ 5 ล้านเซลล์

เนื่องจากตาคนเราไม่สามารถแยกแยะชนิดของวัตถุบนเรตินา (Retina) ได้แต่จะสามารถแยกภาพออกจากกันได้ จากรูปที่ 2.1 a) ถ้าเราให้มุมของแสงสีผ่านระหว่างแถบเส้นทั้งสองกระทำกับลูกตาเป็นมุม $\emptyset$ และให้ลำแสง a , b เป็นลำแสงที่สะท้อนจากแถบเส้น a , b ตามลำดับ และ c เป็นตำแหน่งของเซลล์รับภาพที่อยู่ระหว่าง a , b เพื่อทำให้สมองสามารถรับรู้ว่าแถบเส้นทั้งสองแยกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะการมองเห็นของลูกตา

การแยกภาพที่ตาคนเรามองเห็นจะมีการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 1.2 b) โดยจะเปลี่ยนแปลงตามฟังชั่นของ x ซึ่งเป็นมุมระหว่างลำแสงจากวัตถุมายังฉากรับภาพ (AA') กับลำแสงในแนวระดับ (ZZ') จากกราฟจะเห็นว่า การมองเห็นภาพจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อมุม α เปลี่ยนแปลงไป 10 องศา หรือเรียกว่า มุมเคลียร์ของการมองเห็น (The Angle of Clear Vision) นั่นก็คือ ถ้ามุม α มีค่ามากกว่า 10 องศา แล้วจะทำให้การมองเห็นภาพพร่ามัวได้

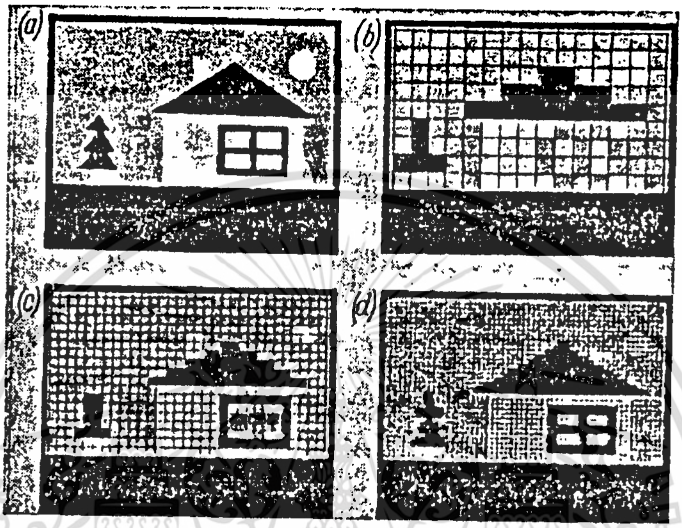
นอกจากนี้ตาคนเรายังตอบสนองต่อการมองเห็นแสงสีที่ความยาวคลื่นไม่เท่ากันได้ต่างกัน ตาคนเราตอบสนองต่อการมองเห็นแสงสีที่มีความยาวคลื่น (Z) เท่ากับ 0.55 ไมครอน(μm) ได้ดีที่สุด ซึ่งก็คือสีที่อยู่ระหว่าง สีเขียวกับสีเหลือง คุณสมบัติการมองเห็นแสงสีนี้เรียกว่า ประสิทธิภาพความสว่างสัมพัทธ์(Relative Luminance Efficiency)

2.1.2 การกำหนดความละเอียดของภาพ (Picture Definition)

การกำหนดความละเอียดของภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์(Monitor) เป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะถ้าให้ภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์มีความละเอียดของภาพน้อยเกินไป จะทำให้การมองเห็นภาพไม่ชัดและได้ความละเอียดของภาพต่ำและมองเห็นเป็นภาพกระพริบดูแล้วไม่สบายตา แต่ถ้าความละเอียดของภาพมากเกินไป จะต้องออกแบบระบบยุ่งยากซับซ้ำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการกำหนดความละเอียดของภาพนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นมากอันหนึ่ง และเพื่อให้ความละเอียดของภาพที่ใช้เหมาะสมต่อการตอบสนองต่อการมองเห็นของตาคนเรามากที่สุด ซึ่งหลักการวิเคราะห์ดังจะกล่าวต่อไป

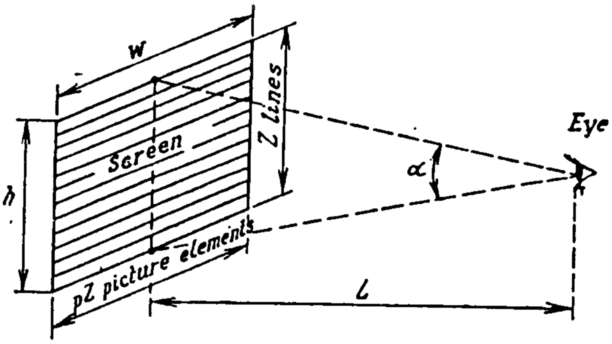


a) ภาพที่ได้จากจอภาพโทรทัศน์ทั่วไป b) ภาพที่มีความละเอียดของภาพ 190 จุด/ภาพ

c) ความละเอียดของภาพ 770 จุด/ภาพ d) ความละเอียดของภาพ 2100 จุด/ภาพ

รูปที่ 2.3 แสดงความละเอียดของภาพบนหน้าจอมอนิเตอร์ที่ความละเอียดต่างๆ

เพื่อความสะดวกในการคำนวณจะกำหนดให้จำนวนจุดภาพทั้งหมดเป็น N และอัตราส่วนของภาพเป็น P มีค่าเท่ากับ W/H เมื่อ W เป็นความกว้างของภาพ,H เป็นความสูงของภาพ ดังในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ใช้คำนวณหาจำนวนเส้นสะแกนที่สามารถเห็นข้อมูลภาพได้ชัดที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจำนวนจุดภาพ (N) มีความสัมพันธ์กับจำนวนเส้นสะแกนของจอภาพ (Z) ในแต่ละภาพ เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$N = P.Z.Z = P.Z^2 \quad \text{-----------------------------(2.1)}$$

จากการทดลองค้นคว้าในมาตรฐานสากล กำหนดค่าต่างๆดังนี้คือ P =4/3 , Z = 625 จากสมการที่ 2.1 เขียนได้เป็น

$$N = (4/3)(625) = 520,832 \text{ จุด}$$

เนื่องจากค่าที่คำนวณได้นี้เป็นค่าทางอุดมคติ แต่ในทางความเป็นจริงต้องพิจารณาการสะแกนในช่วงแบลงค์หรือช่วงการสะบัดกลับ(Retrace) ทางแนวตั้ง (Vertical - Blanking) และทางแนวนอน (Horizontal Blanking) ในทางปฏิบัติต้องพิจารณาเกี่ยวกับการสะบัดกลับของการสะแกนสัญญาณภาพ(ไม่มีข้อมูลภาพ) โดยให้อัตราส่วนของการสะบัดกลับกับการสะแกนสัญญาณภาพเป็น

$$\theta = t_2/T \quad \text{-----------------------------(2.2)}$$

เมื่อ t_2 เป็นเวลาในการสะแกนของเส้นสะบัดกลับ , T เป็นเวลาในการสะแกนข้อมูลภาพโดยแบ่งเป็น 2 ทิศทาง (ทางแนวตั้งกับทางแนวนอน) และ θ เป็นอัตราส่วนการสะ-บัดกลับต่อการสะแกนข้อมูลภาพ เพื่อความสะดวกได้พิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ

a) $\theta_v = t_{2v}/T_v = (1.5 \text{ ms})/(20 \text{ ms}) = 0.075$

(สำหรับการสะแกนทางแนวดิ่ง (vertical Scanning))

b) $\theta_h = t_{2h}/T_h = (10 \text{ ถึง } 14 \text{ us})/(64 \text{ us}) = 0.16 \text{ ถึง } 0.22$

(สำหรับการสะแกนทางแนวนอน (Horizontal Scanning))

เนื่องจากการสะแกนในช่วงสัญญาณแบลงค์ จะไม่มีสัญญาณภาพ ดังนั้นจำนวนจุดภาพที่ใช้จริงคือ

$$N_{true} = P * Z (1-\theta_h) * Z * (1-\theta_v) \quad \text{---------------(2.3)}$$

$$N_{true} = (1-\theta_h)(1-\theta_v)N \quad \text{-----------------------------(2.4)}$$

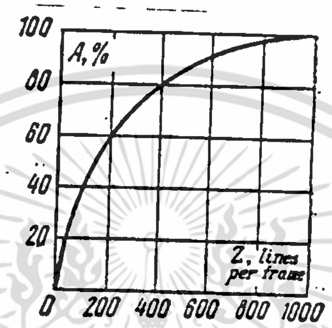
$$N_{true} = (0.78 \text{ ถึง } 0.84) * 0.925 * 520,832$$

$$N_{true} = 375,780 \text{ ถึง } 404,687 \quad \text{จุดภาพ}$$

คิดโดยเฉลี่ยแล้วจำนวนจุดภาพที่ได้จริงประมาณ 400,000 จุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ 2.1 ข้างบน จะเห็นว่าจำนวนจุดภาพจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นสะแกนของจุดภาพด้วย เนื่องจากถ้าเลือกจำนวนเส้นสะแกนมาก จะทำให้ความละเอียดของภาพที่ได้จะมีมาก แต่ระบบที่ใช้จะต้องมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น แต่ถ้าในจำนวนเส้นสะแกนน้อยเกินไปจะทำให้ความละเอียดของภาพต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงต้องเลือกเส้นสะแกนที่เหมาะสม จากการทดลองค้นคว้าได้เขียนความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความละเอียดของภาพที่ได้กับจำนวนเส้นสะแกน(Z) ได้ดังกราฟรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การมองเห็นกับจำนวนเส้นสะแกนต่อภาพ

จากการทดลอง ถ้าให้ระยะระหว่างเส้นสะแกนเท่ากับ 1 ลิปดา หรือ 1/60 องศา เพื่อนำไปใช้หาจำนวนเส้นสะแกนของสัญญาณภาพบนจอภาพ โดยให้ระยะจากตาผู้ชมถึงจอมอนิเตอร์เป็น 3 ถึง 4 เท่าของความสูงของจอมอนิเตอร์ (L = 3 ถึง 4 h) ในรูปที่ 2.4 และให้ α คือ มุมที่ผู้ชมมองความสูงของจอมอนิเตอร์ เขียนความสัมพันธ์ได้

เป็น

$$\alpha = (h/L)(180/\pi \quad \text{------------------------------}(2.5)$$

$$= 14^{\circ} \text{ to } 20^{\circ}$$

เมื่อเส้นราสเตอร์ (Raster) คือ เส้นสะแกนบนจอภาพที่ทำให้เกิดเป็นภาพขึ้นที่จอมอนิเตอร์ ถ้าแต่ละเส้นสะแกนห่างกัน 1 ลิปดา ดังนั้นจำนวนเส้นสะแกนสูงสุดในแต่ละภาพเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ 1 ลิปดา = 1/60 องศา

$$Z_{max} = (14 \text{ to } 20)/60$$

$$= 840 \text{ to } 1200 \quad \text{------------------------(2.6)}$$

ถ้าเราเปรียบเทียบระบบการสะแกนสัญญาณภาพในระบบโทรทัศน์ที่ใช้อยู่ในประเทศไทย (625 เส้น) กับจำนวนการสะแกนสูงสุดที่คำนวณได้คือ 1200 เส้นต่อภาพ กราฟในรูปที่ 2.5 เป็นกราฟที่ได้จากการทดลอง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความละเอียดภาพกับจำนวนเส้นสะแกน จะเห็นว่าเปอร์เซนต์ความละเอียดภาพจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 0 - 500 เส้นสะแกน และเพิ่มขึ้นปานกลางในช่วง 500 - 700 เส้นสะแกน และตั้งแต่ 700 เส้นสะแกนเป็นต้นไปจะมีเปอร์เซนต์ความละเอียดภาพเพิ่มขึ้นน้อยมากประมาณ 5 เปอร์เซนต์

ในการกำหนดจำนวนเส้นสะแกนเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพิจารณาทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ควบคู่กันไปด้วย ซึ่งจากการทดลองเห็นว่าจำนวนเส้นสะแกนที่เหมาะสมในการสะแกนสัญญาณภาพประมาณ 625 เส้นสะแกน ยกเว้นงานบางอย่างที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบางแขนง, ทางการแพทย์ เป็นต้น

2.1.3) ความสว่างของภาพที่จอมอนิเตอร์ (Picture Luminace)

ถ้าความสว่างของจอมอนิเตอร์ไม่เหมาะสม กล่าวคือถ้ามากเกินไปจะทำให้การมองเห็นภาพไม่สบายตาต้องเพ่งสายตามาก ความสว่างของภาพที่ตามองเห็นบนจอมอนิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ยของความสว่างแสงชั่วขณะเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$B_{vis} = B_m(T/T_f)[1-\exp(-T_f/T)] \quad \text{---------------(2.7)}$$

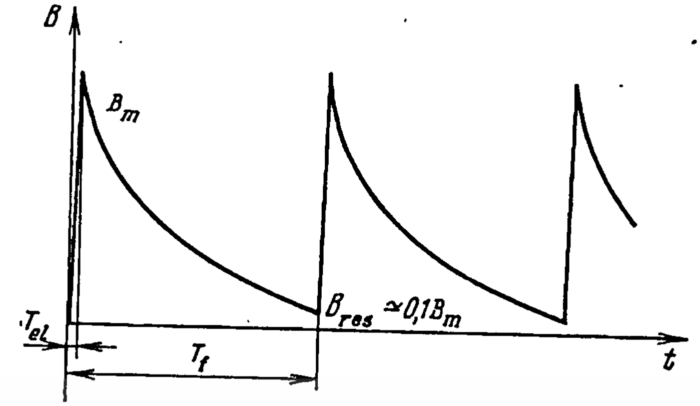
เมื่อ

B_{vis} = ความสว่างของจุดภาพที่ตามองเห็นบนจอภาพ

T = คาบเวลาของแสงในแต่ละครั้ง

$B(t)$ = ความสว่างของจุดภาพชั่วขณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

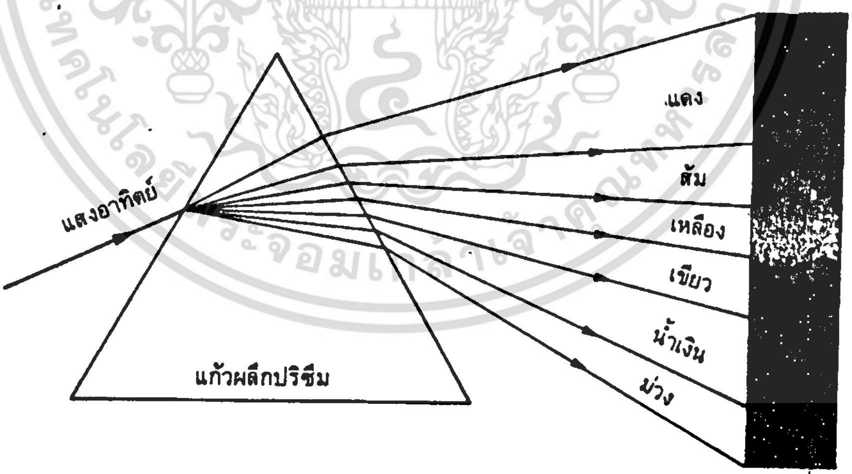


รูปที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแสงบนหน้าจอมอนิเตอรกับเวลา

2.2 ทฤษฎีแสงสีและการแสดงภาพสี

2.2.1 แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก่อนอื่นเราต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดสีและการผสมแสงสีกันก่อน แสงสีที่ตาเรามองเห็นเกิดจากแสงสีนั้นๆสะท้อนเข้าตาเรา จะเห็นได้จากเมื่อเราทดลองใช้แสงสีขาวส่องผ่านแท่งปริซึมรูปทรงสามเหลี่ยมและมีฉากสีขาวรับภาพด้านหลังจะเห็นเป็นแถบสี 7 สี ปรากฏที่ฉากรับภาพ ดังในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการแยกแสงดวงอาทิตย์ออกเป็นแสงสีรุ้ง

แสงสีเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีความยาวคลื่นของแต่ละแสงสีต่างกัน โดยคลื่นแสงที่ตาคนเราสามารถมองเห็นได้อยู่ในช่วง 380 - 780 นาโนเมตร (nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขอบเขตของความยาวคลื่นของแสงสีต่างๆมีค่าประมาณดังนี้คือ

แสงสี	ม่วง	ประมาณ	380 - 430	นาโนเมตร(nm)
แสงสี	น้ำเงิน	ประมาณ	430 - 470	นาโนเมตร(nm)
แสงสี	เขียวเงิน	ประมาณ	470 - 500	นาโนเมตร(nm)
แสงสี	เขียว	ประมาณ	500 - 560	นาโนเมตร(nm)
แสงสี	เหลือง	ประมาณ	560 - 590	นาโนเมตร(nm)
แสงสี	ส้ม	ประมาณ	590 - 605	นาโนเมตร(nm)
แสงสี	แดง	ประมาณ	605 - 780	นาโนเมตร(nm)

2.2.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแสงสี

องค์ประกอบของแสงสีมี 3 ประการ คือ

1) **สีสัน (Hue)** หมายถึง ตัวกำหนดความถี่ของแสงสีให้เกิดเป็นแสงสีต่างๆ เช่น เมื่อเรามองเห็นวัตถุสีแดงนั่นก็หมายความว่า สีสัน (Hue) ของวัตถุนั้นเป็นสีแดงนั่นเอง

2) **ความเข้มสี (Saturation)** หมายถึง อัตราส่วนการผสมของแสงสีต่างๆกับแสงสีขาว

3) **ความสว่าง (Brightness)** เป็นการวัดความสว่างแสงสีที่ตาคนเราสามารถรับรู้ได้ เช่น ตาคนเรารับรู้ว่าแสงสีเหลืองสว่างกว่าแสงสีแดงและน้ำเงิน เป็นต้น

จากองค์ประกอบทั้ง 3 ของแสงสีจะได้ว่า แสงสีที่มีพลังงานเท่ากัน แต่ความถี่ไม่เท่ากัน แต่ความสว่างสีเท่ากันจะเป็นคนละสีกัน ซึ่งสรุปได้ว่า ความสว่างขึ้นอยู่กับว่า แสงสีนั้นมีสีขาวผสมอยู่มากหรือน้อยเพียงใด

2.2.3 กฎการผสมแสงสี (Low of Additive Colour Mixing)

ทฤษฎีการผสมแสงสีของกาสแมน (Grassman Law)[9] ประกอบด้วย 3 ข้อคือ

1) **แสงสีที่ได้จากการรวมของแม่สี (Primary Coluor)** 2 สี จะไม่สามารถทำให้เกิด เป็นแม่สีที่สามได้ เช่น เอาแสงสีแดงรวมกับแสงสีน้ำเงินจะไม่เป็นสีเขียว เป็นต้น

2) **สเปคตรัมความสว่างของแสงสี (Spectrum Colour)** ที่จะเอามาผสมกันต้องอยู่ภายในไดอะแกรมสีของนิวตัน (Newton's Colour Circuit) ซึ่งจะเท่ากับความสว่างของแสงสีเดิมทั้งสองบวกกัน หรือ แสงสีที่ได้ต้องเป็นจุดที่อยู่บนเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างแสงสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิมทั้งสอง ตัวอย่างเช่น เอาแสงสีแดง ซึ่งมีความสว่าง m ลูเมนต์(lm) รวมกับสีเขียวมีความสว่าง n ลูเมนต์ จะได้สีเหลืองที่มีความสว่าง (m + n) ลูเมนต์ เป็นต้น

3) กฎการผสมแสงสี(Color Mixing) แสงสีที่ได้จากการผสมจะยังคงคุณลักษณะของสีเดิมอยู่เสมอ ตัวอย่างเช่น ถ้านำเอาสี (A) ผสมกับ สี (B) ได้เป็นสี (P) และสี (C) ผสมกับสี (D) ได้เป็นสี (Q) แล้วจะเป็นไปตามกฎสามข้อคือ

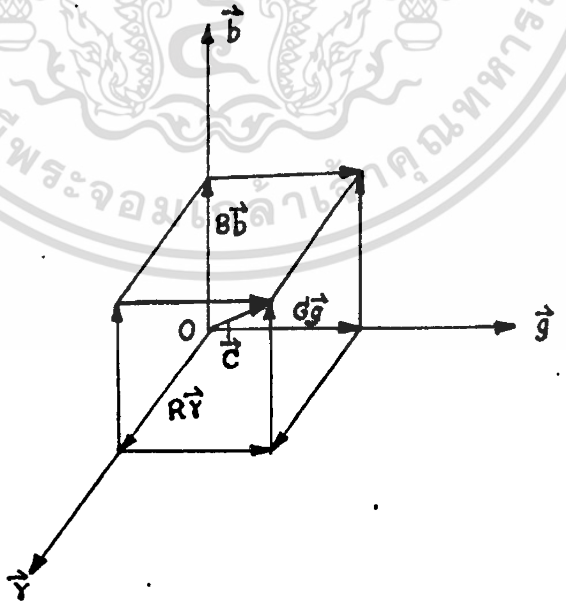
ก) ถ้า (A) = (C) และ (B) = (D) จะได้ (P) = (Q)

ข) ในทางตรงกันข้าม ถ้า (P) = (Q) และ (A) = (c) จะได้ (B) = (D)

ค) ถ้า (U) = (V) และ (V) = (W) จะได้ (U) = (W)

2.2.4 การพิจารณาแสงสีในลักษณะของเวกเตอร์(Vector Representation of Colour)

ในการหาส่วนประกอบของแสงสีที่เกิดขึ้นว่ามีส่วนประกอบของแสงสีแดง(Red),สีเขียว(Green),สีน้ำเงิน(Blue) (อยู่บนแกน X,Y,Z ตามลำดับ) โดยให้จุด O เป็นจุดกำเนิดสี (Original Of Colour Point) ส่วนสีที่ได้จากการรวมของแม่สีแทนด้วยเวกเตอร์ C ตามรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงสัญญาณสีด้วยเวกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 เมื่อเราให้ r,g,b เป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วย(Unit Vector) ที่มีทิศทางตามรูปที่ 2.8 จากรูปเราจะเขียนความสัมพันธ์ของเวกเตอร์ C ได้เป็น

$$\vec{C} = R\vec{r} + G\vec{g} + B\vec{b} \qquad (2.8)$$

และถ้าเราให้ R=G=B=1 แทนค่าใน (2.3-1) จะได้

$$\vec{C}_{o} = \vec{r} + \vec{g} + \vec{b} \qquad (2.9)$$

ซึ่งตามทฤษฎีสี เมื่อเรารวมแม่สีทั้งสามสี (สีแดง,เขียว,น้ำเงิน) ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้แสงสีขาว ดังในสมการที่ 2.9

2.3 สัญญาณภาพโทรทัศน์สี(Color Television Signal)

ในระบบโทรทัศน์สีประกอบด้วยสัญญาณที่สำคัญ 5 สัญญาณคือ

1) สัญญาณขาวดำ (Luminance)

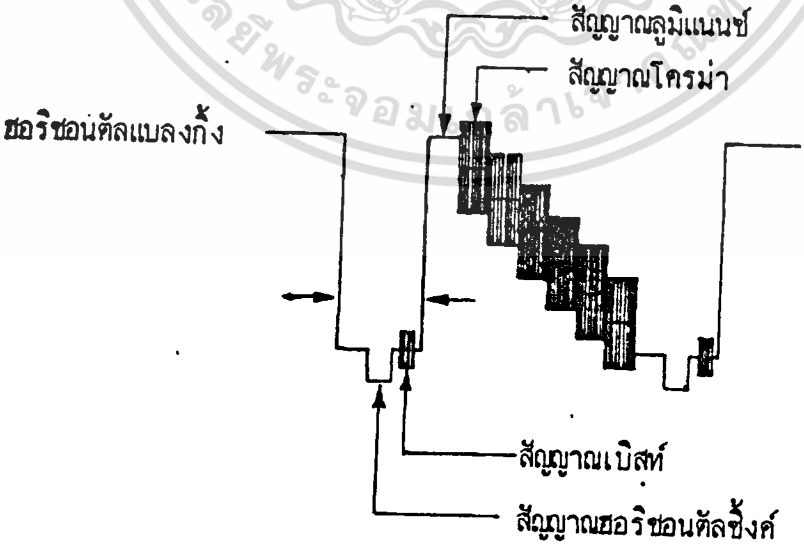
2) สัญญาณสี (Chrominance)

3) สัญญาณเบิสต์ (burst)

4) สัญญาณซิงค์ (Sync)

5) สัญญาณเสียง (Sound)

แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้สัญญาณเสียง จึงไม่ขอกล่าวรายละเอียดในที่นี้ แต่จะหาอ่านได้จากหนังสือโทรทัศน์ทั่วไป



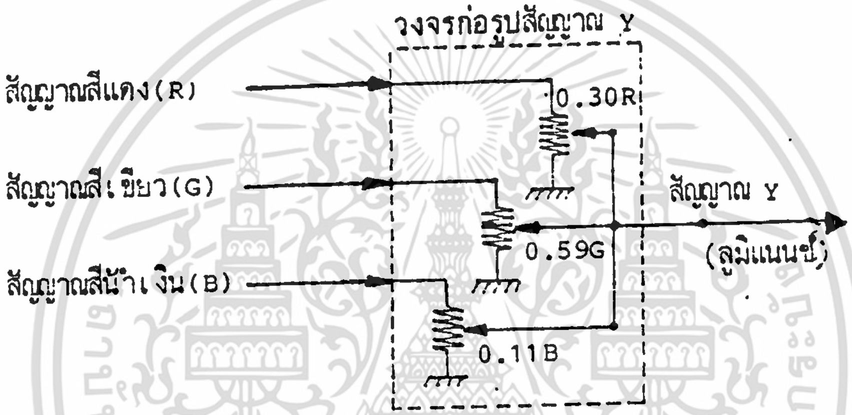
รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณภาพสีรวม(Composite Video)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 สัญญาณขาวดำ (Luminance)

ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์สีนั้น จำเป็นจะต้องส่งสัญญาณความสว่างหรือสัญญาณภาพขาวดำ ใช้สัญลักษณ์ Y เพื่อให้เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำสามารถรับได้ และเพื่อนำไปหักล้างกับสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y,G-Y ได้เป็นสัญญาณ RGB สำหรับป้อนให้จอมอนิเตอร์ต่อไป ส่วนผสมของสัญญาณ Y เขียนได้เป็น

Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B -----------------(2.10)



รูปที่ 2.10 แสดงการก่อรูปสัญญาณ Y

2.3.2 สัญญาณสี (Chrominace)

ในการส่งสัญญาณภาพสีในระบบโทรทัศน์สี เพื่อเป็นการลดแถบสัญญาณที่ส่งออกอากาศ จะส่งเฉพาะสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y แต่จะส่งสัญญาณสีเขียวแฝงมาในรูปของสัญญาณ Y จากสมการ 2.10 จะเห็นว่าสัญญาณสีเขียวผสมอยู่ในสัญญาณ Y มากที่สุด ด้วยเหตุนี้ที่เครื่องรับโทรทัศน์สีจะต้องมีวงจรสร้างสัญญาณความต่างสี G-Y (วงจร G-Y Matrix) ที่เครื่องรับโทรทัศน์สี เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

จาก

Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B ---------------(2.11)

R-Y = 0.70R - 0.59G - 0.11B ---------------(2.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$B-Y = -0.30R - 0.59G + 0.89B \quad \text{---------------(2.13)}$$

นำสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y ที่มีสมการดังในสมการที่ (2.11),(2.12) ข้างบนนำมาสร้างสัญญาณความต่างสี G-Y ที่วงจร G-Y Matrix

จาก

$$Y = 0.30Y + 0.59Y + 0.11Y \quad \text{-----------------(2.14)}$$

นำสมการที่ (2.11) - (2.14) ได้เป็น

$$0 = 0.30(R-Y) + 0.59(G-Y) - 0.11(B-Y)$$

$$0.59(G-Y) = -0.30(R-Y) - 0.11(B-Y)$$

$$(G-Y) = -0.51(R-Y) - 0.18(B-Y) \quad \text{-----------------(2.15)}$$

สัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y,G-Y จะนำมาหักลบกับสัญญาณ Y จะได้เป็นสัญญาณสี RGB

2.3.3 สัญญาณเบิสท์ (Burst) หรือ ซิงค์ของสัญญาณสี

สัญญาณเบิสท์ เป็นสัญญาณที่เครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์สีส่งมาพร้อมกับสัญญาณความต่างสี เพื่อเป็นสัญญาณอ้างอิงในการควบคุมการผลิตสัญญาณความถี่ 4.43 MHz ที่วงจรซับแคเรียออสซเลเตอร์ (Subcarrier Oscillator) เพื่อนำไปหักล้างกับสัญญาณซับแคเรียที่มาจากเครื่องส่งเพื่อแยกเอาสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y ออกจากสัญญาณสีรวม (Chrominace)

2.3.4 สัญญาณซิงค์ (Sync Signal)

สัญญาณซิงค์จะใช้เป็นสัญญาณควบคุมการหักเหของลำอิเลคตรอนที่ไปกระทบจอภาพเกิดเป็นภาพต่างๆ ในระบบโทรทัศน์สีจะมีลักษณะของสัญญาณซิงค์เหมือนกับในระบบโทรทัศน์ขาวดำกล่าวคือ ประกอบด้วย สัญญาณฮอริซอนทอนซิงค์, เวอร์ติคอนซิงค์, อีควอไลซิ่งซิงค์, ฮอริซอนทอนแบลงค์, เวอร์ติคอลแบลงค์(Horizontal Sync,Vertical Sync,Equalizing Sync, Horizontal blanking,Vertical blanking) ดังนั้นจะไม่ขอกล่าวในที่นี้

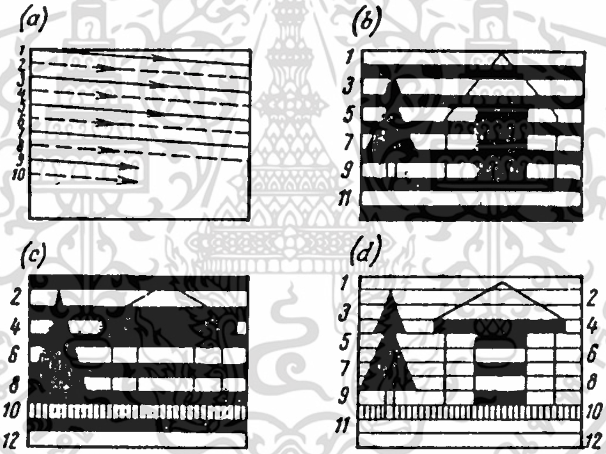
สัญญาณการควบคุมการสะแกนสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- การสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้น (Interlace Scanning)
- การสะแกนสัญญาณภาพแบบไม่สลับเส้น (Noninterlace Scanning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4-1 การสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้น(Interlace Scanning)

เนื่องจากการสะแกน (Scan) ของสัญญาณภาพบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ จะเกิดปัญหาเรื่องการกระพริบของแสงบนหน้าจอ (Flicker) ด้วยเหตุนี้ การสร้างภาพหรือสะแกนสัญญาณภาพบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ จะใช้การสะแกนสัญญาณภาพเป็นแบบสลับเส้น โดยแบ่งการสะแกนออกเป็น 2 ฟิลด์ คือ ฟิลด์แรกเป็นการสะแกนเส้นคี่เริ่มสะแกนจากเส้นสะแกนที่ 1 จากขอบบนซ้ายสุดไปขวาสุดและจากบนลงด้านล่างจะสิ้นสุดการสะแกนในเส้นที่ 287.5 หลังจากนั้นจะสะบัดกลับทางแนวตั้งจำนวน 50 เส้นสะแกน โดยมาเริ่มต้นสะแกนเส้นคี่ในเส้นที่ 313 (ฟิลด์ที่ 2) และสะแกนในลักษณะเดียวกับในฟิลด์ที่แรกซึ่งจะเป็นการสะแกนแทรกระหว่างเส้นสะแกนในครั้งแรกดังในรูปข้างล่าง ในการสะแกนของสัญญาณภาพลักษณะนี้จะลดการกระพริบของภาพบนหน้าจอให้น้อยลงได้



a)การสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้นสะแกน b)การสะแกนสัญญาณภาพในเส้นคี่(Odd Field)
c)การสะแกนสัญญาณภาพในเส้นคู่(Even Field) d)ภาพที่ได้จากการสะแกนครบหนึ่งภาพ

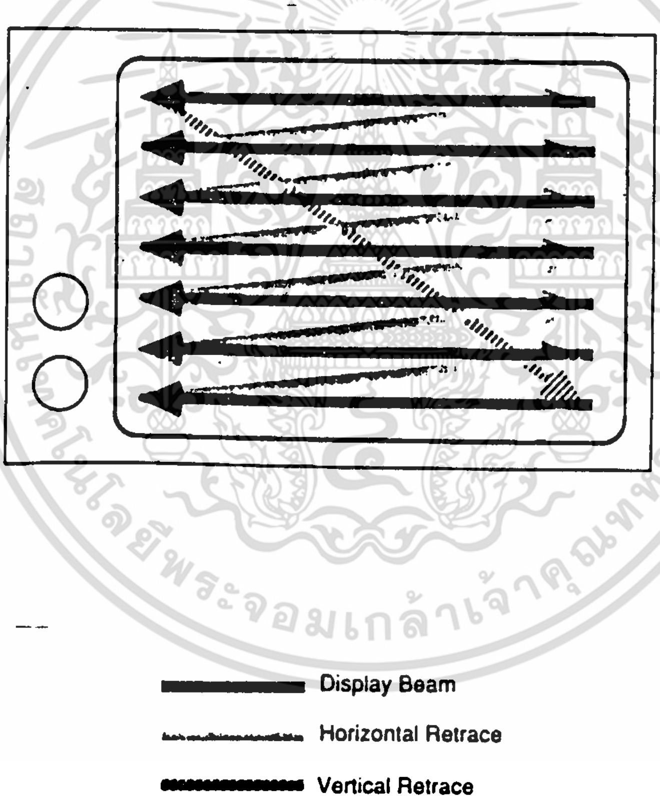
รูปที่ 2.11 แสดงการสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้นสะแกน(Interlaced Scanning)

ด้วยเหตุนี้ในงานวิจัยนี้จึงออกแบบวงจรให้มีการสะแกนของข้อมูลภาพบนจอมอนิเตอร์ (ในโหมดการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์) เป็นแบบสลับเส้นสะแกน แต่เนื่องจากการเก็บข้อมูลภาพจะทำการเก็บเพียงฟิลด์เดียว ดังนั้นในการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์จะใช้วิธีอ่านข้อมูลซ้ำข้อมูลเดิมแต่ใช้การสะแกนแบบสลับเส้นเพื่อให้ภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์มีความละเอียดมากขึ้นและลดการกระพริบของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.3.4-2 การสะแกนสัญญาณภาพแบบไม่สลับเส้น(Noninterlace Scanning)

ในการสะแกนของสัญญาณภาพในแบบนี้ โดยจะเริ่มจากเส้นแรกด้านบนซ้ายมือสุดของจอมอนิเตอร์ไปด้านขวามือสุดและสะบัดกลับมาเริ่มที่ซ้ายมือสุดของเส้นถัดไปทำเช่นนี้จนถึงเส้นสุดท้ายด้านล่างสุดของจอมอนิเตอร์ เป็นการสะแกนสัญญาณภาพหมดหนึ่งภาพ หลังจากนั้นจะสะบัดกลับไปเริ่มสะแกนในเส้นที่ 1 ใหม่ ซึ่งจะทับกับเส้นเดิมที่สะแกนเสร็จในครั้งแรก และจะทำเช่นนี้ตลอดเวลาที่มีการสะแกนสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ข้างล่าง



รูปที่ 2.12 รูปแสดงการสะแกนสัญญาณภาพแบบไม่สลับเส้น(Noninterlaced Scanning)

การสะแกนของสัญญาณภาพในลักษณะนี้ที่ใช้โดยส่วนใหญ่จะใช้ในระบบการแสดงผลภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป ซึ่งลดความยุ่งยากในการอ่านข้อมูลที่จะนำไปแสดงที่จอมอนิ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ได้

2.4 มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์สีแบบต่างๆ(Color Television Signal Standard)

เนื่องจากสัญญาณสีที่ได้จากกล้องถ่ายโทรทัศน์ ซึ่งมีถึง 3 สี ไม่สามารถส่งออกอากาศได้โดยตรงเพราะข้อกำหนดระบุให้สัญญาณโทรทัศน์สีต้องส่งออกอากาศโดยใช้ย่านความถี่ (Frequency Range) และ ความกว้างของแถบสีแต่ละช่อง (channel Bandwidth) เท่ากันกับของการส่งสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำซึ่งมีอยู่เดิม ดังนั้นการส่งสัญญาณโทรทัศน์สีจึงต้องใช้วิธีการยุ่งยากซับซ้อนกว่าการส่งสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ โดยจะมีหลักการดังนี้

1) **สัญญาณลูมิแนนซ์(Luminance Signal)** เป็นสัญญาณระดับความสว่างหรือสัญญาณขาวดำ ที่รวมทั้งสัญญาณควบคุมตำแหน่งภาพต่างๆ จะส่งออกอากาศในลักษณะเดียวกันกับของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ คือผสมกับคลื่นพาหะของสัญญาณภาพ (Video Carrier) โดยตรงในแบบ AM (Amplitude Modulation) แล้วส่งออกอากาศไป

2) **สัญญาณสี (Chrominace Signal)** มีอยู่ 3 สัญญาณคือ สัญญาณสี แดง(Red) , เขียว(Green) , น้ำเงิน(Blue) จะรวมเป็นสองสัญญาณ คือสัญญาณความต่างสี R-Y ได้จากการผสมกันระหว่างสัญญาณสีแดงกับสัญญาณลูมิแนนซ์(Y)ที่ถูกกลับเฟสไป 180 องศา และสัญญาณความแตกต่างสี B-Y ก็ทำในลักษณะเดียวกันโดยใช้สัญญาณสีน้ำเงิน จากนั้นสัญญาณความแตกต่างสีทั้งสองจะถูกนำไปผสมรวมกับซับแคเรียที่สร้างขึ้นแล้วส่งไปรวมตัวกับสัญญาณลูมิแนนซ์ก่อรูปเป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ (Composit Video) และผสมกับคลื่นพาหะสัญญาณภาพได้เป็นสัญญาณโทรทัศน์สีส่งออกอากาศ

ภาคที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณโครม่า (Chroma Signal) ก็คือวงจรภาคโครม่าเอนโค้ดเดอร์ (chroma Encoder) ส่วนทางเครื่องรับโทรทัศน์จะทำการแยกสัญญาณแม่สีกลับคืนมาเป็นสัญญาณสี แดง,เขียว,น้ำเงิน โดยวงจรภาคโครม่าดีโค้ดเดอร์ (Chroma Decoder) ซึ่งทั้งภาคโครม่าดีโค้ดเดอร์และเอนโค้ดเดอร์ มีข้อแม้ว่าต้องเป็นมาตรฐานเดียวกัน มาตรฐานในการส่งสัญญาณโทรทัศน์สีแบ่งออกเป็น 3 มาตรฐานคือ

1) มาตรฐาน NTSC (The National Television System Committee)

2) มาตรฐาน SECAM (Sequential Colour A Memory)

3) มาตรฐาน PAL (Phase Alternation by Line)

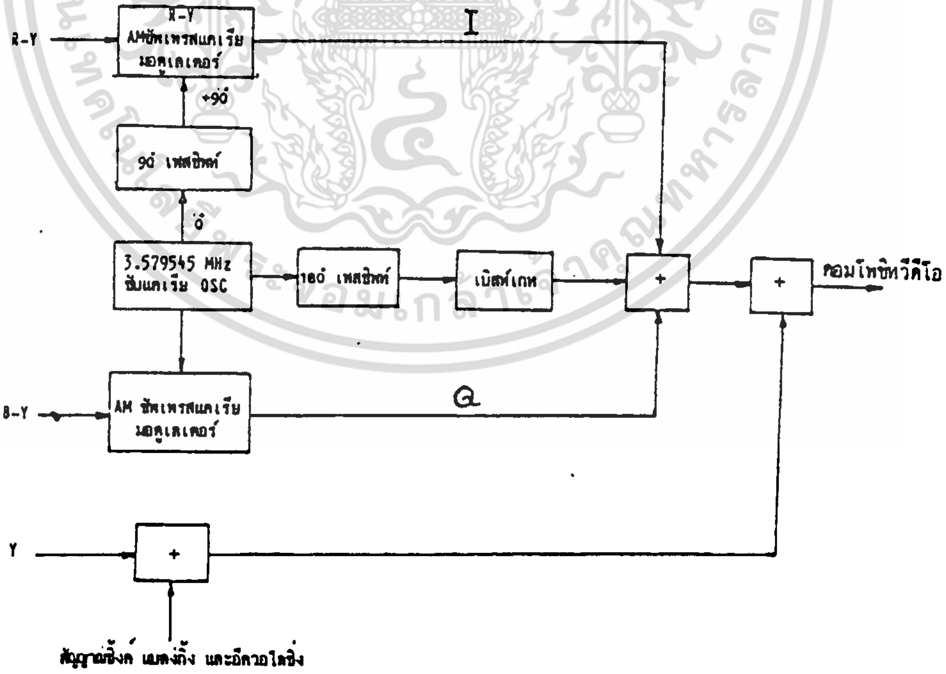
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>2.4.1 มาตรฐาน NTSC (The National Television System Committee)</u>

ระบบนี้เกิดขึ้นก่อนระบบอื่นๆซึ่งถือเป็นระบบแม่ (The Mother of All CTV System) ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมวงจรในภาคโครม่าเอนโค้ดเดอร์ (Chroma Encoder) ดังรูปข้างล่าง

รายละเอียดมาตรฐานระบบ NTSC

จำนวนเส้นต่อภาพ	525	เส้น
จำนวนภาพต่อวินาที	30	ภาพ
จำนวนฟิลด์ต่อวินาที	60	ฟิลด์
ความถี่การหักเหทางแนวนอน	15,750	เฮิร์ท (HZ)
ความถี่ของซับแคเรีย	3.579545	เมกกะเฮิร์ท (MHZ)
แบนด์วิทด์สัญญาณ I	±0.4 - 1.3	เมกกะเฮิร์ท (MHZ)
แบนด์วิทด์สัญญาณ Q	±0.4	เมกกะเฮิร์ท (MHZ)

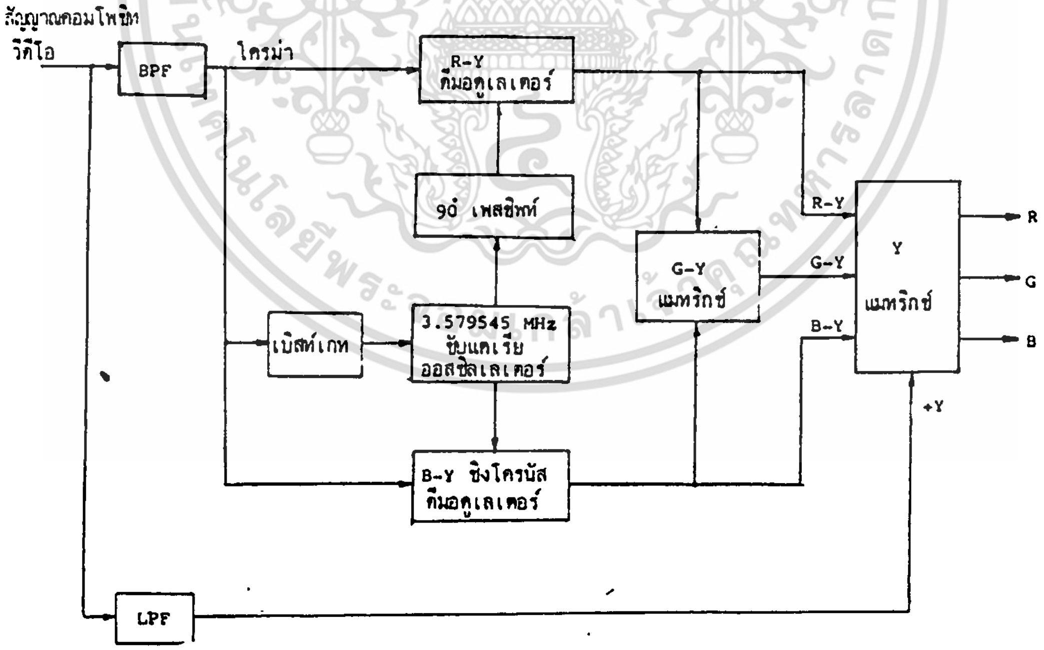


<u>รูปที่ 2.13</u> บล็อกไดอะแกรมภาคเอนโค้ดเดอร์ มาตรฐาน NTSC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าวงจรภาคเอนโค้ดเดอร์ (Encoder) เป็นวงจรรวมสัญญาณสี(Chroma) เพื่อนำไปสร้างเป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ (Composite Video Signal) ต่อไป

ในภาคเอนโค้ดเดอร์ของระบบ NTSC ซึ่งใช้ความถี่ 3.579545 MHz เป็นสัญญาณซับแคเรีย จากรูปสัญญาณนี้จะแยกเป็น 3 ทาง ทางแรกส่งไปมอดูเลท (Modulate) กับสัญญาณความต่างสี B-Y โดยตรงในแบบเอเอ็มซับแคเรียมอดูเลเตอร์(AM Suppress Carrier Modulator) ได้เป็นสัญญาณ Q ทางที่สองของซับแคเรีย จะถูกเลื่อนเฟสให้เร็วกว่าเดิม 90 องศา แล้วส่งไปผสมกับสัญญาณความต่างสี R-Y ในลักษณะเดียวกัน ได้เป็นสัญญาณ I ส่วนอีกทางของสัญญาณซับแคเรีย จะส่งไปเลื่อนเฟสให้ผิดไปจากเดิม 180 องศา แล้วส่งไปยังวงจรเบิสท์เกท (Burst Gate) เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณเบิสท์ (Burst Signal) หลังจากนั้นก็ทำสัญญาณ Q,I และสัญญาณเบิสท์ มาผสมรวมกับสัญญาณควบคุมตำแหน่งภาพได้เป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ ออกที่เอาท์พุทต่อไป



<u>รูปที่ 2.14</u> บล็อกไดอะแกรมภาคดีโค้ดเดอร์ มาตรฐาน NTSC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณคอมโพสิทวีดีโอที่อินพุทของภาคดีโค้ดเดอร์ (Decoder) จะถูกแยกเป็น 2 ทาง โดยวงจร BPF (Bandpass Filter) แยกเอาสัญญาณโครม่าร์และเบิสท์เกท ส่งป้อนให้ R-Y ซิงโคนัสดีมอดูเลเตอร์(Sychronouse Demodulator) ,B-Y ซิงโครนัสดีมอดูเลเตอร์ และเบิสท์เกท ดังในรูปที่ 28 ส่วนวงจร LPF (Lowpass Filter) จะแยกสัญญาณลูมิแนนซ์ (Luminance ,Y) ส่งป้อนให้ภาค Y แมทริกซ์ (Matrice)

สัญญาณเบิสท์ จากวงจรเบิสท์เกทจะส่งไปควบคุมเฟสของซับแคเรีย 3.579545 MHz ที่วงจรซับแคเรียออสซิเลเตอร์ (Subcarrier Oscilator) สัญญาณนี้จะใช้ควบคุมการแยกเอาสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y ออกมาทางเอาร์พุทของวงจรดีมอดูเลเตอร์ ซึ่งสัญญาณ R-Y,B-Y ส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปสร้างสัญญาณความต่างสี G-Y ที่วงจร G-Y จากนั้นสัญญาณ R-Y, B-Y,G-Y จะนำมาผสมรวมกับสัญญาณ Y ที่วงจร Y แมทริกซ์ จะได้สัญญาณแม่สีทั้งสาม คือ สีแดง (R),สีเขียว (G),สีน้ำเงิน (B)

2.4.2 ระบบ SECAM (Sequential Colour with Memory OR Sequential a Memory)

ระบบนี้ที่พัฒนาจากระบบ NTSC เพื่อแก้ความคลาดเคลื่อนทางสีสัน เนื่องจากความคลาดเคลื่อนทางเฟสของสัญญาณสีและเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจะทำการมอดูเลทสัญญาณความต่างสีกับคลื่นพาหะแบบฟรีเควนซีมอดูเลชั่น(Frequency Modulation,FM) แต่ในระบบ NTSC เป็นแบบแอมพลิจูดมอดูเลชั่น(Amplitude Modulation,AM) ซึ่งทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (Niose) ได้ง่าย

รายละเอียดมาตรฐาน SECAM

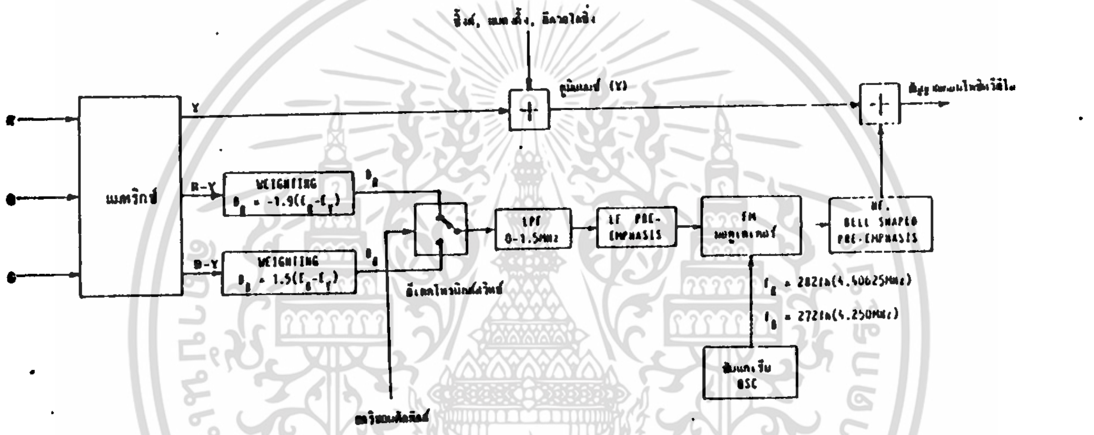
จำนวนเส้นต่อภาพ	625	เส้น
จำนวนภาพต่อวินาที	25	ภาพ
จำนวนเส้นต่อวินาที	50	ฟิลด์
ความถี่การหักเหทางแนวนอน	15625	เฮิร์ท (Hz)
ความถี่ซับแคเรีย	R-Y = 4.40625	MHz
	B-Y = 4.250	MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบนด์วิดท์สัญญาณที่ผสมกับซับแคเรียแล้ว

$$R-Y = \pm 0.5 \quad Hz$$

$$B-Y = \pm 0.5 \quad MHz$$



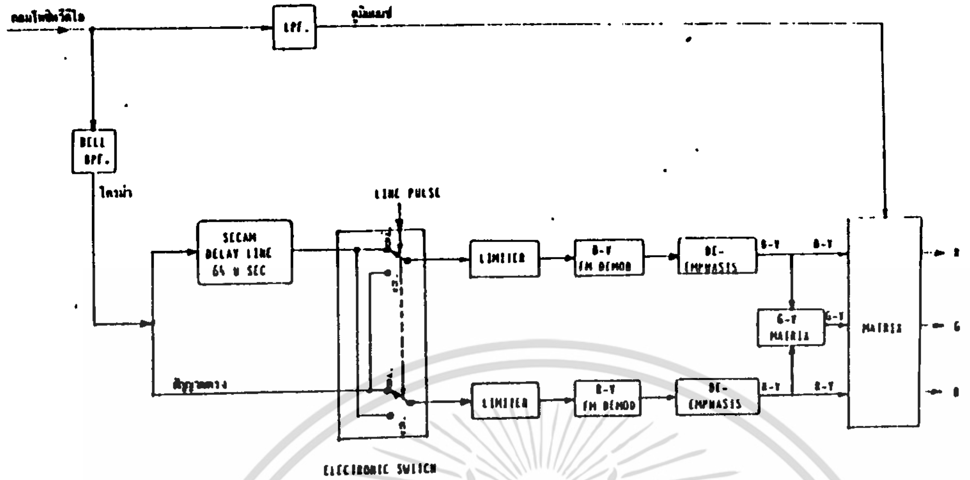
รูปที่ 2.15 บล็อกไดอะแกรมภาคเอนโค้ดเดอร์ มาตรฐาน SECAM

จากบล็อกไดอะแกรมข้างบนจะเห็นว่าสัญญาณแม่สีทั้งสาม(สัญญาณRGB) จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณความสว่าง (Luminance,Y) และสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y

สัญญาณความต่างสีทั้งสองที่ได้จากวงจรแมทริกซ์ จะถูกลดระดับความแรงโดยวงจรเวตติ้ง (Weighting) ซึ่งสัญญาณความต่างสี R-Y ที่ได้นี้เรียกว่า สัญญาณ D_R และในสัญญาณความต่างสี B-Y เรียกว่า D_B โดยสัญญาณทั้งสองนี้จะส่งสลับกันคนละเส้นสะแกน โดยมีสวิทซ์อิเลคทรอนิคส์เป็นตัวเลือกสัญญาณที่ได้จะนำไปมอดูเลท (Modulate) กับซับแคเรีย โดยความถี่ของซับแคเรียจะถูกจัดเอาไว้สองค่าคือ 4.40625 MHz สำหรับผสมกับสัญญาณ D_R และ 4.250 MHz สำหรับผสมกับสัญญาณ D_B และสัญญาณโครม่าร์ที่ได้ จะนำมาไปขยายให้มีระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแรงขึ้นแล้วผสมรวมกับสัญญาณ Y และสัญญาณควบคุมตำแหน่งภาพได้เป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ



<u>รูปที่ 2.16</u> บล็อกไดอะแกรมภาคดีโค้ดเดอร์ SECAM

จากบล็อกไดอะแกรม สัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ ซึ่งเป็นอินพุทของภาคดีโค้ดเดอร์จะถูกแยกเป็นสองทางคือ ผ่านวงจรกรองความถี่ผ่านเฉพาะช่วง (Bandpass Filter) ได้เป็นสัญญาณโครม่าร์ จากที่กล่าวไปแล้วว่าในระบบนี้จะส่งสัญญาณสีแบบสลับเส้นเว้นเส้น ดังนั้นภาคดีโค้ดเดอร์จะมีสวิทช์สลับสัญญาณ นอกจากนี้ยังมีวงจรหน่วงสัญญาณให้ช้าลง 64 ไมโครวินาที เพื่อทำให้สัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y ที่จะนำไปแยกเป็นสัญญาณแม่สีทั้งสามเกิดขึ้นพร้อมกัน ดังในรูปข้างบน

<u>2.4.3 ระบบ PAL (Phase Alternating Line)</u>

ระบบนี้เป็นอีกระบบหนึ่งที่แก้ไขข้อผิดพลาดของระบบ NTSC ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทย

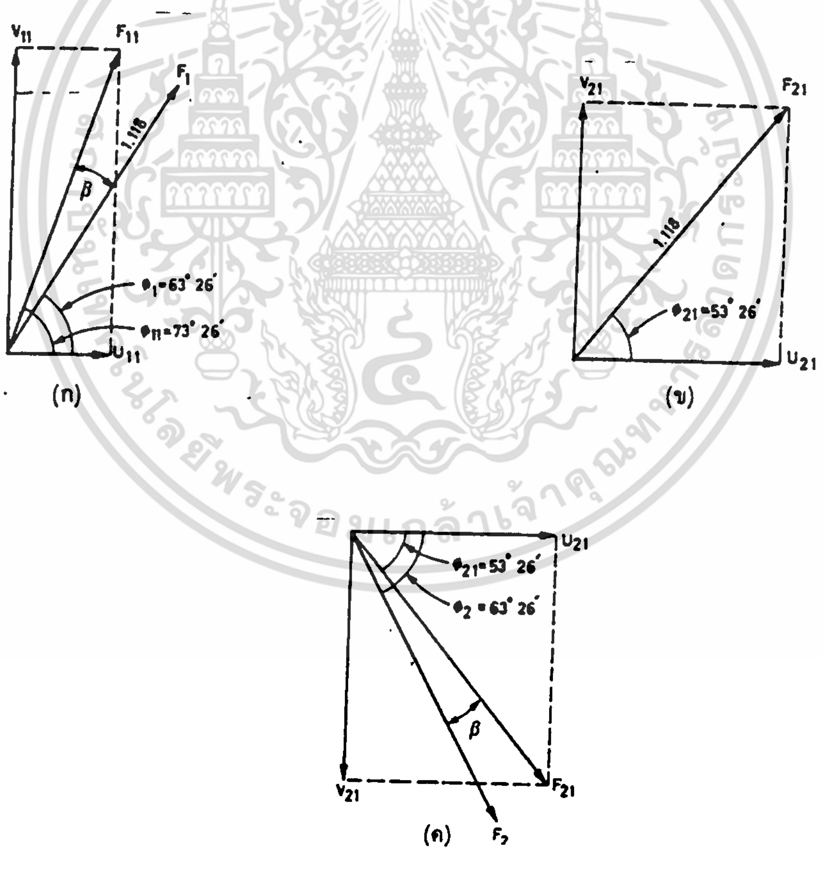
รายละเอียดมาตรฐาน PAL

จำนวนเส้นต่อภาพ	625	เส้น
จำนวนภาพต่อวินาที	25	ภาพ
จำนวนฟิล์ดต่อวินาที	50	ฟิล์ด
ความถี่การหักเหทางแนวนอน	15,625	เฮิร์ท(Hz)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของซับแคเรีย	4.43361875	เมกกะเฮิร์ท(MHz)
แบนวิดท์ สัญญาณ V	±0.5	เมกกะเฮิร์ท(MHz)
แบนวิดท์ สัญญาณ U	±0.5	เมกกะเฮิร์ท(MHz)

การแก้ความผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณภาพโทรทัศน์สีในระบบ PAL เนื่องจากในการส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์สีอาจมีสัญญาณรบกวนทำให้เฟสของสัญญาณภาพสีเกิดผิดพลาดไป ดังนั้นในการส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์สีในระบบ PAL จะทำการสลับเฟสสัญญาณภาพสีแบบเส้นเว้นเส้น



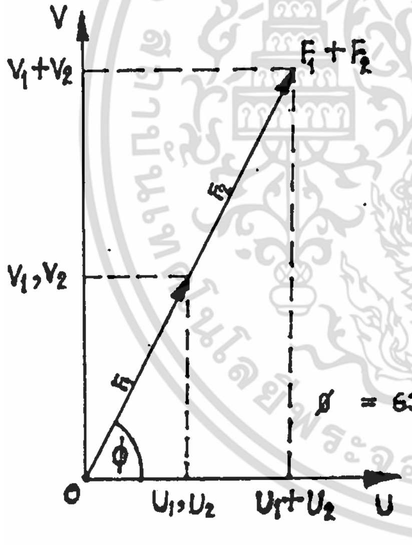
เวกเตอร์ F_{11}, F_{21} แทนสัญญาณภาพสีที่ผิดพลาดทางเฟสในเส้นที่ 1,2 ตามลำดับ

เวกเตอร์ F_1, F_2 แทนสัญญาณภาพสีที่ถูกต้องในเส้นที่ 1,2 ตามลำดับ

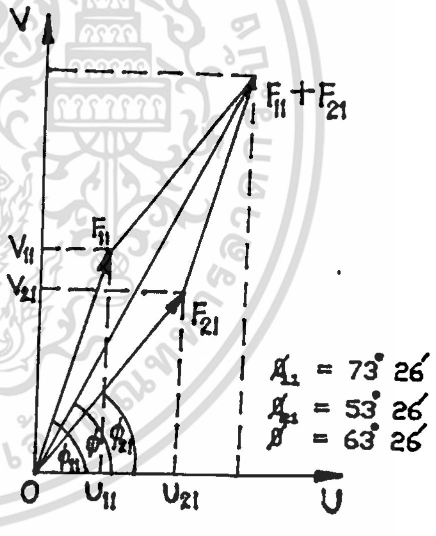
<u>รูปที่ 2.17</u> แสดงการส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์สีในระบบ PAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.17 สัญญาณภาพสี V,U เป็นเวกเตอร์แทนสัญญาณสี R-Y และ B-Y ตามลำดับ ในรูปที่ 2.17 ก) เป็นการแสดงความผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณสีในเส้นที่ 1 (สัญญาณ F_{11}) โดยสมมุติให้สัญญาณภาพสีรวมในเส้นสะแกนที่ 1 มีเฟสผิดพลาดเพิ่มขึ้น 10 องศา ซึ่งจะเห็นว่าสัญญาณสี U_{11} มีขนาดน้อยลงกว่า U_1 และ V_{11} มีขนาดมากกว่า V_1 ส่วนในรูปที่ 2.17 ข) เป็นการแสดงความผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณสีในเส้นที่ 2 (สัญญาณ F_{21}) โดยสัญญาณภาพสีรวมในเส้นสะแกนที่ 2 มีเฟสผิดพลาดเพิ่มขึ้น 10 องศา แต่เมื่อทำการสลับเฟสของสัญญาณภาพสี V ไป 180 องศา(มีทิศทางลงล่าง) ทำให้ขนาดของสัญญาณ V_{21} น้อยกว่า V_2 และสัญญาณ U_{21} มีขนาดยาวกว่า U_2 แต่ในวงจรภาครับสัญญาณภาพโทรทัศน์สีในระบบ PAL จะมีการสลับเฟสสัญญาณภาพสี(เฉพาะเส้นสะแกนที่มีการสลับเฟส) ให้มีลักษณะเหมือนเดิม ดังในรูปที่ 2.17 ค) ดังนั้นเมื่อนำสัญญาณภาพสีรวมในเส้นสะแกนที่ 1 กับเส้นที่ 2 มารวมกันในลักษณะของเวกเตอร์จะได้ดังในรูปที่ 2.18



ก) แสดงสัญญาณภาพสีรวมที่มีเฟสถูกต้อง

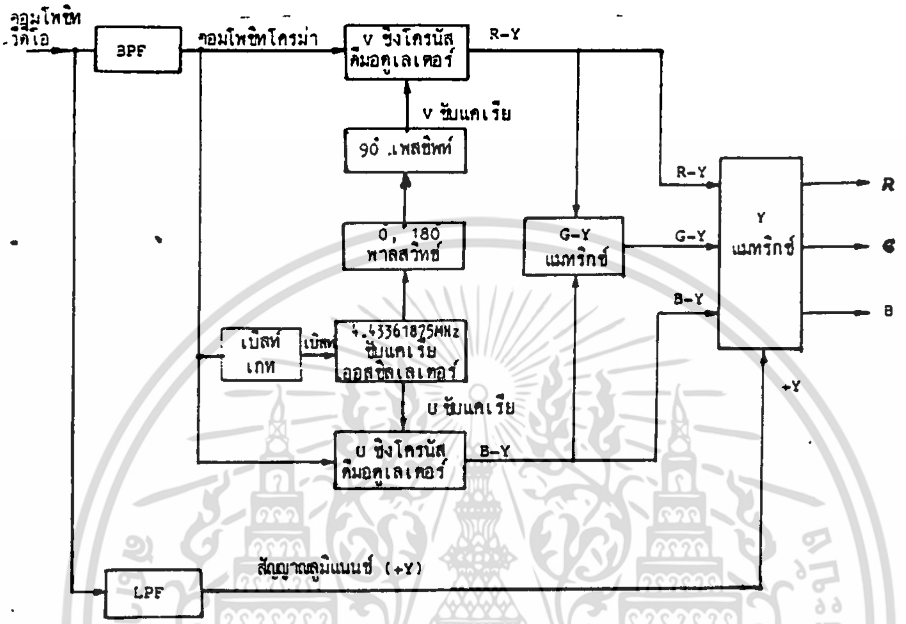


ข) แสดงสัญญาณภาพสีรวมที่มีการชดเชยทางเฟสด้วยระบบพาล (PAL)

<u>รูปที่ 2.18</u> แสดงการเฉลี่ยเพื่อลดความผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณภาพสี

จะเห็นว่าการชดเชยความผิดพลาดทางเฟสของสัญญาณสีในระบบ PAL จะช่วยทำให้ค่าเฉลี่ยของสัญญาณภาพสีรวมมีเฟสค่าใกล้เคียงกับสัญญาณสีเดิมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรภาคเอนโค้ดเดอร์ ระบบมาตรฐาน PAL

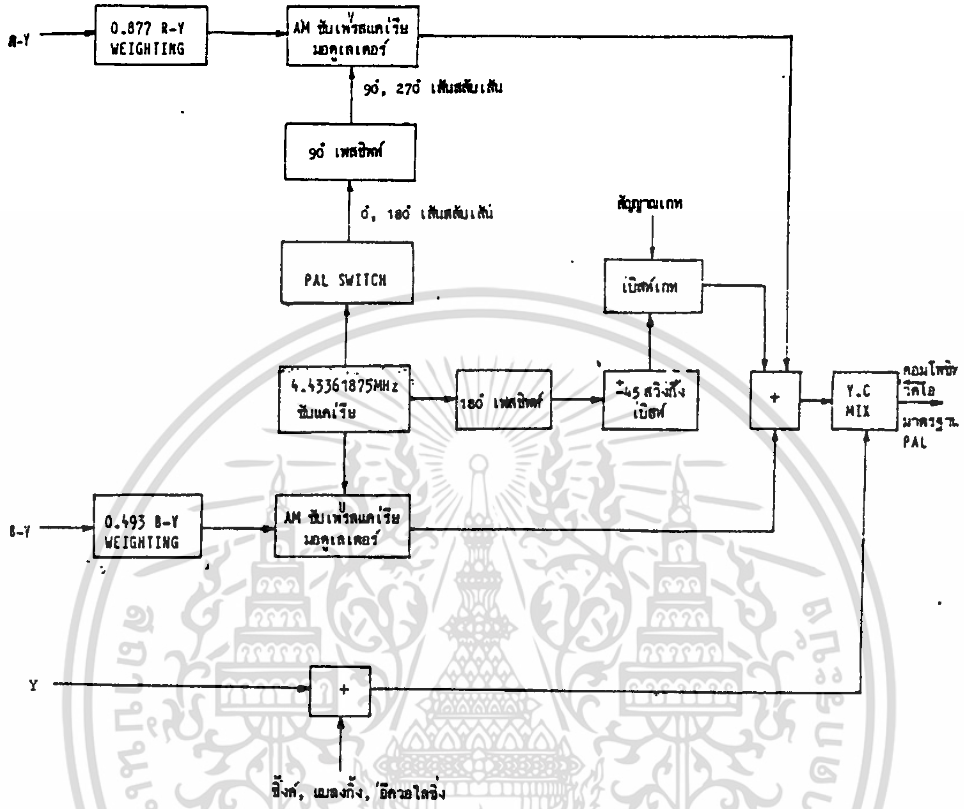
จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นว่าสัญญาณความต่างสี R-Y และ B-Y จะถูกลดทอนสัญญาณลงด้วยวงจรเวตติ้ง(Weighting) เพื่อให้ระดับสัญญาณเหมาะสมก่อนส่งไปผสมกับสัญญาณซับแคเรีย

วงจรซับแคเรียออสซิเลเตอร์(Subcarrier Oscilator) จะสร้างสัญญาณซับแคเรียความถี่ 4.43 MHz เพื่อส่งไปผสมกับสัญญาณสีโดยแบ่งเป็นสองทาง ทางหนึ่งผสมกับสัญญาณ B-Y แบบแอมพลิจูดมอดูเลเตอร์(Amplitude Modulation) ได้เป็นสัญญาณ u ส่วนอีกทางหนึ่งจะนำไปผ่านวงจรพาลสวิทช์(PAL Switch) เพื่อเลื่อนเฟสของสัญญาณซับแคเรียให้มีเฟส +90 องศา แบบสลับเส้นเว้นเส้นแล้วส่งไปผสมกับสัญญาณ R-Y ในลักษณะเดียวกับในสัญญาณ B-Y ได้เป็นสัญญาณ v

สัญญาณโครมา u,v จะนำมาผสมกับสัญญาณเบิสท์และสัญญาณซิงค์และสัญญาณ Y ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอออกสู่มอนิเตอร์



รูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรภาคดีโค้ดเดอร์ของระบบมาตรฐาน PAL

สัญญาณคอมโพสิทวีดีโอในระบบพาล จะถูกป้อนเป็นสัญญาณอินพุทของวงจรภาคดีโค้ดเดอร์ โดยแยกเป็นสองทาง ทางหนึ่งจะนำไปสร้างสัญญาณสี(Chroma) ด้วยวงจรกรองความถี่เฉพาะช่วง(Bandpass Filter,BPF) ส่วนอีกทางหนึ่งจะนำไปสร้างสัญญาณลูมิแนนซ์ ด้วยวงจรกรองความถี่ต่ำ(Lowpass Filter,LPF)

สัญญาณสีที่ได้จะนำมาผสมกับสัญญาณซับแคเรียที่ถูกสร้างขึ้นในเครื่องรับโทรทัศน์สี เพื่อหักล้างกับสัญญาณซับแคเรียของเครื่องส่งที่ส่งมาพร้อมกับสัญญาณสีต่างๆจะได้เป็นสัญญาณความต่างสี R-Y,B-Y เพื่อนำมาสร้างเป็นสัญญาณ G-Y โดยใช้อัตราส่วนดังนี้

$$(G-Y) = -0.51(R-Y) - 0.186(B-Y) \qquad \text{------------}(2.15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

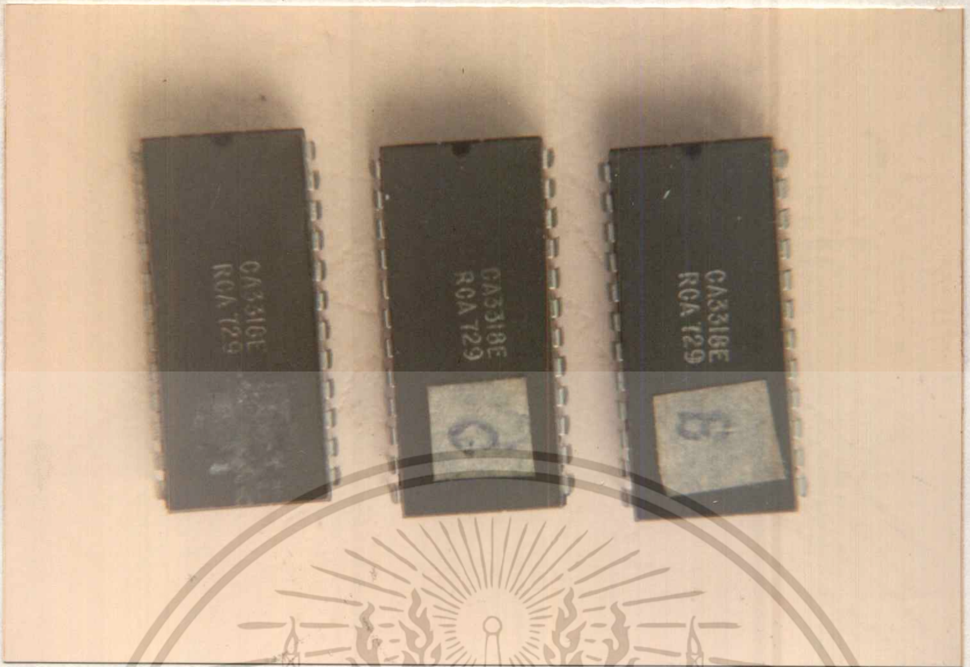
จากนั้นจะนำสัญญาณความต่างสีทั้งสาม(สัญญาณ R-Y,B-Y,G-Y) มาผสมกับสัญญาณ Y เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณสี RGB เพื่อป้อนไปยังมอนิเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

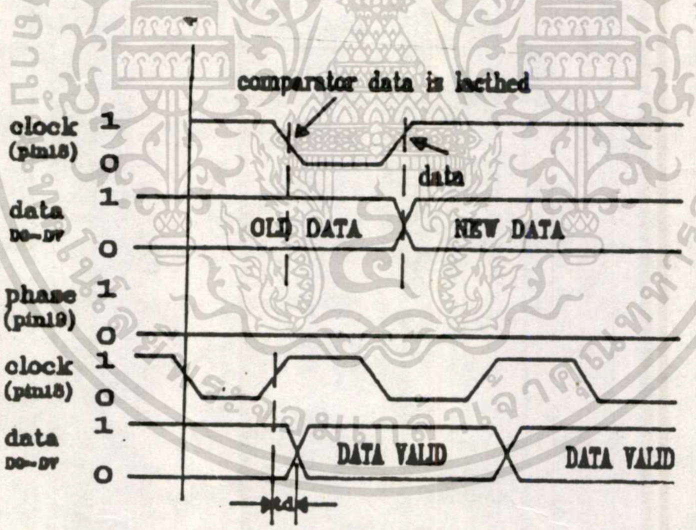
บทที่ 3
การแสดงสัญญาณภาพทางดิจิตอล
(Digital Display)

3.1 บทนำ

เนื่องจากสัญญาภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ (Video Camera) เป็นสัญญาณภาพแบบอนาล็อก (Analog Signal) ดังนั้นถ้าเราจะทำการเก็บข้อมูลภาพที่ได้นี้จะต้องทำการแปลงสัญญาณภาพแบบอนาล็อกให้เป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอล (Analog to Digital Converter) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเก็บลงสู่หน่วยความจำหรือ วีดีโอแรม(Video RAM)ได้ แต่เนื่องจากการสะแกนของสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอมีความเร็วสูงมาก เวลาที่ใช้ในการสะแกนสัญญาณภาพแต่ละภาพประมาณ 40 มิลลิวินาที (Millisecond,ms) ในกรณีที่เราต้องการเก็บข้อมูลภาพให้ได้รายละเอียดของภาพมากจะต้องใช้สัญญาณคล็อก(clock) ในการสุ่มข้อมูลภาพของวงจร A/D (วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล)ที่ความถี่สูง แต่ก่อนอุปกรณ์พวกนี้มีแต่เฉพาะใช้กับงานความเร็วต่ำๆ แต่ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการผลิตอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์ได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ได้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นข้อมูลทางดิจิตอลโดยสร้างเป็นชิฟไอซี(Chip IC) สำเร็จรูปที่มีความเร็วสูงออกสู่ตลาด ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Flash A/D เบอร์ CA3318 เป็น A/D ขนาด 8 บิท (bits) สามารถแสดงระดับสัญญาณได้ถึง 256 ระดับและมีความเร็วสูงสุดในการทำงาน 15 เมกกะเฮิร์ท(MHz) นอกจากนี้ยังมีราคาไม่แพงมากเกินไปทำให้เหมาะสมกับงานด้านการเก็บข้อมูลภาพ



<u>รูปที่ 3.1</u> แสดงรูปจริงของไอซี CA3318



<u>รูปที่ 3.2</u> แสดงไดอะแกรมเวลาการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลของ CA3318

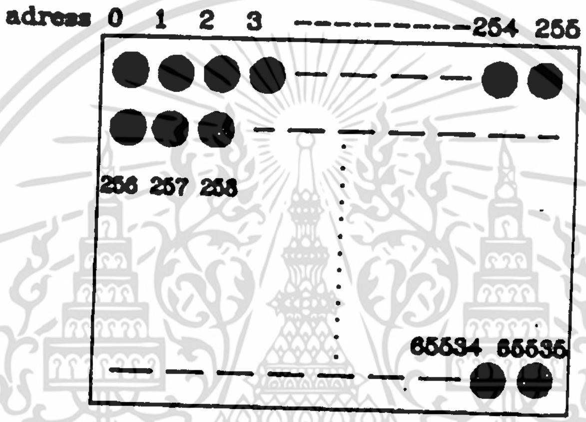
<u>3.2 ลักษณะการเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 256x256 จุดต่อภาพ</u>

การเก็บข้อมูลภาพในตอนแรกเริ่มพัฒนาจากการเก็บข้อมูลภาพที่มีความละเอียดต่ำ (ขนาด 64x64 จุดต่อภาพ) เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องความเร็วของอุปกรณ์ที่ใช้ต่อมา ได้มีการพัฒ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาให้สามารถเก็บข้อมูลภาพให้ได้ความละเอียดสูงมากขึ้นตามลำดับ จนเป็นเครื่องเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอล ขนาด 256x265 จุดต่อภาพ

การเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 256x256 จุดต่อภาพ ภาพที่ได้มีความละเอียดของภาพสูงพอสมควรเหมาะสำหรับการนำข้อมูลภาพที่ได้ไปทำขบวนการ (Process) ต่างๆที่ไม่ต้องการความละเอียดของภาพมากนัก ซึ่งใช้พื้นที่หน่วยความจำเพียง 64 กิโลไบท์ (Kbytes) มีลักษณะการเก็บข้อมูลภาพดังในรูปที่ 3.3



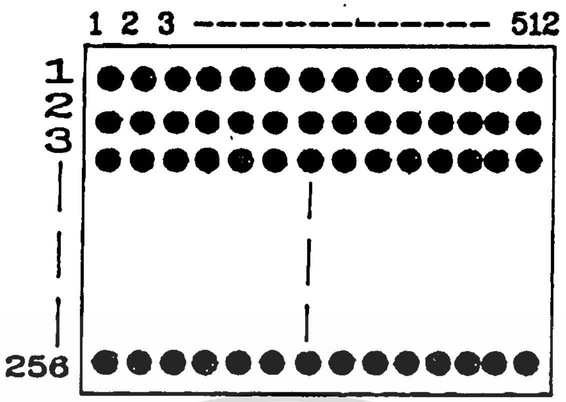
รูปที่ 3.3 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพขนาด 256X256 จุดต่อภาพ

ลักษณะการเก็บข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำโดยเริ่มจากบนซ้ายมือสุดเป็นแอดเดรส 00 ของหน่วยความจำและนับไปทางขวามือจนถึงขวาสุด เป็นแอดเดรสที่ 255 ต่อจากนั้นจะเริ่มเก็บจุดทางซ้ายมือสุดของเส้นถัดไปเป็นแอดเดรสที่ 256 เก็บต่อไปในลักษณะนี้จนถึงจุดทางขวาล่างสุดเป็นแอดเดรสที่ 65535 รวมแล้วต้องใช้พื้นที่หน่วยความจำทั้งหมด 64 กิโลไบท์(Kbytes)

3.3 ลักษณะการเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

เนื่องจากในงานบางอย่างที่ต้องการความละเอียดสูงในการวิเคราะห์ตัวอย่างเช่น การสร้างภาพสามมิติหรือการวิเคราะห์ข้อมูลภาพต่างๆ ข้อมูลภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพจะมีความละเอียดของภาพน้อยเกินไป ดังนั้นได้มีการพัฒนาเป็นการเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ ซึ่งจะต้องทำการเก็บข้อมูลภาพเพิ่มมากขึ้นเป็น 2 เท่าของการเก็บข้อมูลภาพขนาด 256x256 จุดต่อภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

การเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ ก็คือการเก็บข้อมูลภาพในแต่ละเส้นสะแกนเท่ากับ 512 จุด และทำการเก็บข้อมูลภาพจำนวน 256 เส้น แต่เนื่องจากว่าการสะแกนของสัญญาณภาพโทรทัศน์สีในแต่ละเส้นสะแกนมีความเร็วสูงมากประมาณ 64 ไมโคร-วินาที(us) โดยแบ่งเป็นการสะแกนสัญญาณภาพเสีย 80 % หรือประมาณ 51.2 ไมโครวินาทีส่วนเวลาที่เหลือเป็นการสะแกนของสัญญาณแบลงค์ ด้วยเหตุนี้เราต้องใช้สัญญาณคล็อกในการสุ่มสัญ-ญาณภาพ (Sampling) ในส่วนของวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเท่ากับ 100 นาโน-วินาที (51.2 ไมโครวินาที/512 จุด) หลักการแก้ไขที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 3 วิธีคือ

-การเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลลงสู่หน่วยความจำโดยตรง

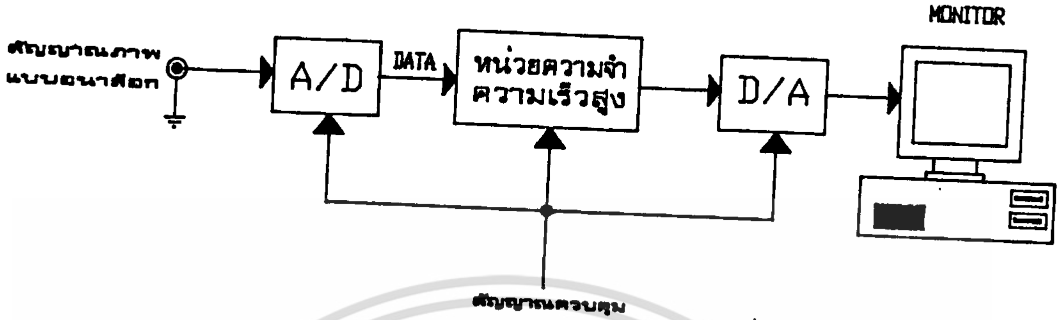
-แบ่งพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพออกเป็นหลายชุด

-ใช้หลักการเลื่อนข้อมูลภาพ

3.3.1 การเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลลงสู่หน่วยความจำโดยตรง

วิธีนี้จะสะดวกและง่ายที่สุด เพราะใช้อุปกรณ์ประกอบในวงจรน้อยที่สุด แต่เนื่องจากว่าวิธีนี้จะต้องใช้หน่วยความจำยชนิดพิเศษ กล่าวคือจะต้องใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วสูง หลักการเก็บข้อมูลภาพด้วยวิธีนี้ดังแสดงในรูปที่ข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 3.5 รูปแสดงบล็อกไดอะแกรมการเก็บข้อมูลภาพโดยตรง

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปข้างบน จะเห็นว่าวิธีการเก็บข้อมูลภาพด้วยวิธีนี้จะใช้อุปกรณ์ประกอบน้อยมากจึงทำให้ง่ายแก่การออกแบบแก้ไข แต่ปัญหาใหญ่ของวิธีนี้คือต้องใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วสูง ซึ่งหน่วยความจำที่มีความจุสูงส่วนใหญ่จะมีความเร็วต่ำ (Low Access Time) ประมาณ 250 นาโนวินาที (ns) และมีราคาสูงมากไม่เหมาะกับงานทางด้านนี้ นอกจากนี้ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้ไม่สะดวกในการซ่อมสร้างเครื่อง ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่เหมาะกับการใช้เก็บข้อมูลภาพที่มีความละเอียดสูง

ข้อดีข้อเสียสำหรับการเก็บข้อมูลภาพโดยตรง

ข้อดี

1) ใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อย

2) ออกแบบวงจรได้ง่าย

ข้อเสีย

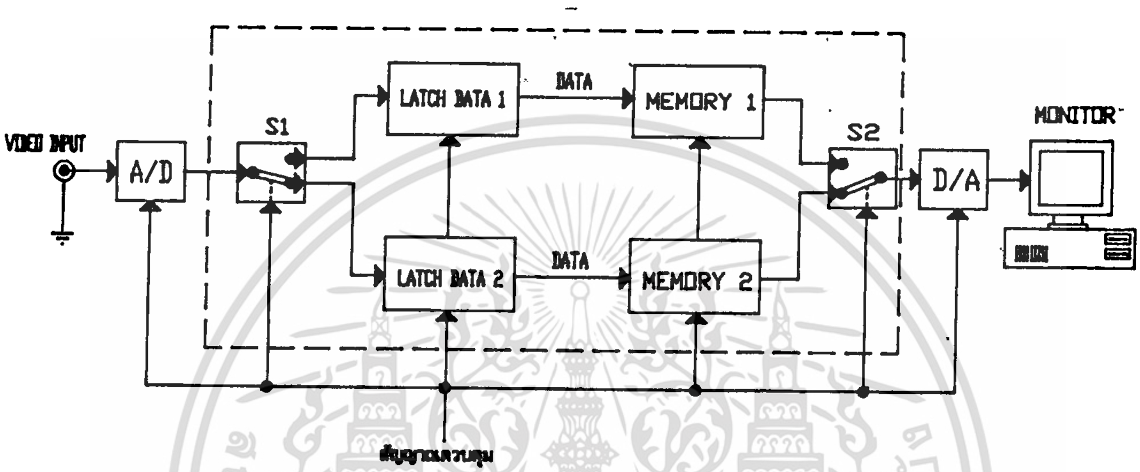
1) อุปกรณ์หน่วยความจำที่ใช้ต้องเป็นแบบสามารถใช้งานกับที่ความเร็วสูงได้และมีความจุมากอีกด้วย

2) ถ้ามีการขยายระบบให้ใหญ่ขึ้นต้องเลือกหน่วยความจำที่มีความเร็วสูงขึ้น

3) อุปกรณ์หน่วยความจำซึ่งเป็นหัวใจของระบบหาซื้อยากและมีราคาแพงมาก นอกจากนี้ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

3.3.2 แบ่งพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพออกเป็นหลายชุด

การเก็บข้อมูลภาพในลักษณะนี้จะแบ่งพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพ ออกเป็นหลายชุด หลักการนี้แสดงดังบล็อกไดอะแกรมในรูปข้างล่าง สมมุติให้แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ชุด



รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมการเก็บข้อมูลภาพโดยวิธีแบ่งชุดหน่วยความจำ

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปข้างบนจะเห็นว่า หลักการเก็บข้อมูลภาพในลักษณะนี้จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ชุด (Page) สลับชุดกันเขียนข้อมูลภาพ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลภาพที่มีความเร็วสูงลงสู่หน่วยความจำความเร็วปกติ(Access Time ประมาณ 250 นาโนวินาที ,ns) ได้

การทำงานของการเก็บข้อมูลภาพในลักษณะนี้ เริ่มจากนำเอาข้อมูลภาพที่ออกจากเอาท์พุทของวงจรใน A/D(ส่วนการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล) มาผ่านวงจร สวิทช์ S1 เลือกชุดของหน่วยความจำที่จะใช้เขียนโดยเริ่มจากชุดที่ 1 (สวิทช์เลือกอยู่ตำแหน่งบน) ข้อมูลภาพที่ผ่านเข้ามาจะผ่านวงจรหน่วงข้อมูลชั่วคราว (Data Latch) ช่วยเก็บข้อมูลไว้ในขณะที่สวิทช์ S1 สับไปที่หน่วยความจำชุดที่ 2 เพื่อให้หน่วยความจำชุดแรกมีเวลาเขียนข้อมูลภาพได้ทัน ส่วนหน่วยความจำชุดที่ 2 ก็ใช้หลักการเขียนข้อมูลภาพลักษณะเดียวกัน ซึ่งจะเห็นว่าเวลาในการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำแต่ละครั้งจะมีเวลานานเป็น 2 เท่า (กรณีแบ่งพื้นที่หน่วยความจำออกเป็น 2 ชุด) ของความเร็วในการสะแกนของสัญญาณภาพ จากหลักการนี้จะทำให้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วต่ำเก็บข้อมูลภาพที่มีการสะแกนสัญญาณภาพความเร็วสูงได้ ส่วนการนำเอาข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์ (Monitor) ก็มีสวิทซ์สำหรับสลับชุดของหน่วยความจำ ในรูปแสดงด้วยสวิทช์ S2 เพื่อให้ข้อมูลภาพมีลักษณะเหมือนกับตอนที่ออกมาจากวงจรในส่วน A/D

ข้อดีข้อเสียสำหรับการเก็บข้อมูลภาพแบบแบ่งชุดหน่วยความจำ

ข้อดี

1) หน่วยความจำซึ่งเป็นหัวใจของการเก็บข้อมูลภาพไม่จำเป็นต้องใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วสูง สามารถใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วปกติทั่วไป (ประมาณ 250 นาโนวินาที ,ns)

2) ทำให้สามารถหาซื้ออุปกรณ์ภายในประเทศได้

3) สามารถขยายระบบให้สามารถเก็บข้อมูลภาพได้ความละเอียดมากขึ้นได้

ข้อเสีย

1) ต้องมีวงจรสวิทช์เลือกชุดของหน่วยความจำหลายชุด (กรณีใช้หน่วยความจำหลายชุด)

2) การทำงานของสวิทช์แต่ละชุดต้องสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน มิฉะนั้นแล้วทำให้ข้อมูลภาพขาดหายไปได้

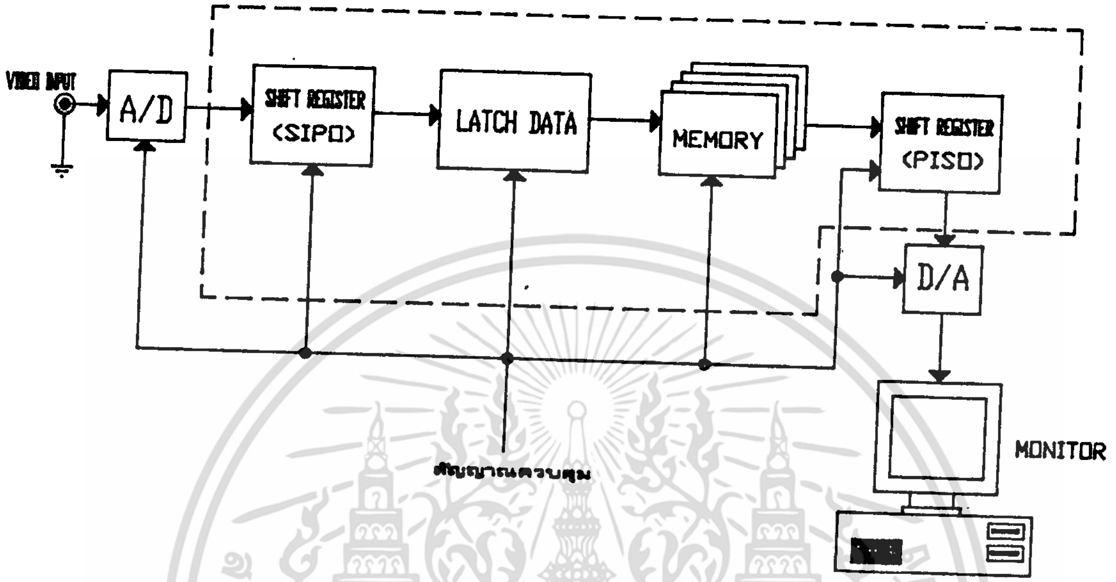
3) เนื่องจากต้องมีการสับสวิทช์เพื่อเปลี่ยนชุดของหน่วยความจำตลอดเวลาทำให้เกิดการผิดผลาดของข้อมูลภาพได้

4) การออกแบบวงจรยุ่งยาก เนื่องจากถ้าเป็นระบบใหญ่ๆ จะต้องใช้วงจรสวิทช์จำนวนมาก ทำให้ตัวเครื่องใหญ่ และวงจรมีความยุ่งยากซับซ้อน

3.3.3 ใช้หลักการเลื่อนข้อมูลภาพ

วิธีนี้จะช่วยแก้ไขข้อเสียของการเก็บข้อมูลภาพในสองวิธีแรก ซึ่งมีโครงสร้างของระบบดังในบล็อกไดอะแกรมข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมการเก็บข้อมูลภาพโดยวิธีการเลื่อนข้อมูลภาพ

จากรูปข้างบนส่วนที่อยู่ในกรอบเส้นประเป็นวงจรการเก็บข้อมูลภาพโดยใช้หลักการเลื่อนข้อมูลภาพประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆดังนี้คือ

1) **วงจรในส่วนการเลื่อนข้อมูลภาพ** (Shift Register) จะทำการเลื่อนข้อมูลภาพที่ได้จากวงจรในส่วนของ A/D เป็นแบบเข้าอนุกรม(Series) เพื่อเขียนลงสู่หน่วยความจำแบบขนาน (Parallel)

2) **วงจรหน่วงข้อมูลชั่วคราว**(Data Latch) เพื่อหน่วงข้อมูลภาพที่จะเขียนลงสู่หน่วยความจำในแต่ละครั้ง

3) **หน่วยความจำ** (Video RAM) เป็นพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูลภาพของระบบ

4) **วงจรในส่วนการเลื่อนข้อมูลภาพออก** (Shift Register) จะทำการเลื่อนข้อมูลภาพที่ส่งออกมาจากหน่วยความจำแบบขนานและทำการเลื่อนออกไปยังวงจร D/A (วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก) แบบอนุกรมเพื่อให้ข้อมูลภาพสีที่ได้มีลักษณะเหมือนกันกับตอนที่ออกมาจากวงจรในส่วน A/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของการเก็บข้อมูลภาพแบบเลื่อนข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพทางดิจิตอลที่ออกจากวงจรในส่วน A/D จะมีการสะแกนของสัญญาณภาพความเร็วสูง ถ้าเราเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความวีดีโอแรมโดยตรงจะทำให้หน่วยความจำเก็บข้อมูลภาพได้ไม่ทัน ดังนั้นในหลักการนี้จะใช้การเลื่อนข้อมูลภาพที่ออกจากวงจรในส่วน A/D เข้าแบบอนุกรมแล้วส่งไปเขียนลงสู่หน่วยความจำแบบขนาน กล่าวคือในทุกครั้งที่มีการเลื่อนข้อมูลภาพเข้าแบบอนุกรมจนครบตามที่กำหนดไว้แล้วจะถูกส่งไปเขียนลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมแบบขนานทุกครั้ง โดยผ่านวงจรหน่วงข้อมูลภาพชั่วคราว (Data Latch) เพื่อทำการหน่วงข้อมูลภาพไว้จนกว่าหน่วยความจำวีดีโอแรมจะเขียนข้อมูลภาพเสร็จสิ้นแต่ละขบวนการ

ในการนำเอาข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์เพื่อให้ข้อมูลภาพมีลักษณะเหมือนกับข้อมูลภาพที่ออกมาจากวงจรในส่วนของ A/D จึงต้องผ่านวงจรเลื่อนข้อมูลภาพ(Shift Register) เป็นแบบเข้าขนานและส่งออกแบบอนุกรม ข้อมูลภาพที่ได้จะส่งออกไปแสดงที่มอนิเตอร์ต่อไป

ข้อดีข้อเสียของการเก็บข้อมูลภาพแบบเลื่อนข้อมูลภาพ

ข้อดี

1) หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพสามารถใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วปกติทั่วไปได้

2) ใช้อุปกรณ์ประกอบของวงจรน้อย เมื่อเทียบกับวิธีที่ 2

3) ถ้าต้องการขยายระบบให้สามารถเก็บข้อมูลภาพให้ละเอียดมากขึ้นสามารถทำได้ง่ายเพียงแต่แก้ไขตรงส่วนเซทจำนวนบิทของวงจรเลื่อนข้อมูลภาพ กับเพิ่มจำนวนชุดหน่วยความจำ เท่านั้นเอง

ข้อเสีย

1) สัญญาณควบคุมของวงจรเลื่อนข้อมูลภาพต้องมีความแน่นอนและต้องสัมพันธ์กับข้อมูลภาพที่ออกมาจากวงจรในส่วน A/D โดยใช้สัญญาณนาฬิกาจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน

2) ต้องจัดเรียงข้อมูลภาพในวงจรเลื่อนข้อมูลภาพกับวงจรในส่วนการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำให้ถูกต้อง มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลภาพที่ได้ผิดผลาดได้

จากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการเก็บข้อมูลภาพใน 3 วิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าหลักการเก็บข้อมูลภาพในแบบที่ 3 เหมาะสมกับการเก็บข้อมูลภาพที่ต้องการความละเอียดของภาพมากและถ้าต้องการขยายระบบให้สามารถเก็บข้อมูลภาพให้มากขึ้นก็กระทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โดยง่าย และใช้อุปกรณ์เพิ่มอีกไม่มาก ทำให้ราคาการสร้างตัวเครื่องมีราคาถูกลง ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงนำเอาเทคนิคการเลื่อนข้อมูลภาพมาใช้ในการแสดงข้อมูลภาพสีขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ซึ่งเป็นการนำเอาข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอมาทำการเก็บลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งหมด 3 เพจสี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การแสดงผลภาพในระบบคอมพิวเตอร์ EGA/VGA

4.1 บทนำ

หน่วยความจำแสดงผลภาพในระบบคอมพิวเตอร์นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่ง เนื่องจากว่าเป็นส่วนที่แสดงสถานะการทำงานต่างๆของระบบให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ว่าขณะนั้นๆ เครื่องกำลังทำขบวนการอะไรอยู่ นอกจากนี้ส่วนแสดงผลภาพยังใช้แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลต่างๆเช่น การแสดงผลภาพในโหมดกราฟฟิค หรือการประมวลผลโปรแกรมต่างๆ เป็นต้น

4.2 การแสดงผลภาพสีในโหมดกราฟฟิค (Graphic Mode) แบ่งเป็น 3 พวกใหญ่ๆคือ

1) **การแสดงผลภาพแบบดิจิตอล** (Digital (TTL) Display) ในระบบนี้สัญญาณสีที่ป้อนให้แก่มอนิเตอร์(Monitor) เป็นสัญญาณภาพแบบดิจิตอลจะมีสายสัญญาณเอาท์พุทออกมาประมาณ 1 ถึง 6 เส้น ดังนั้นภาพสีที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์จะสามารถแสดงได้สูงสุด 2^n สี เมื่อ n เป็นสายสัญญาณแสดงระดับลอจิกของสี ระบบที่ใช้ในลักษณะนี้ได้แก่ การแสดงผลภาพในระบบ EGA (Enhance Graphics Adapter)

2) **การแสดงผลภาพแบบส่งสัญญาณภาพรวม** (Composit Display) การแสดงผลภาพในแบบนี้จะใช้สายสัญญาณป้อนให้จอมอนิเตอร์เพียงเส้นเดียว(สายสัญญาณวีดีโอ (Video Signal))โดยสัญญาณวีดีโอที่ใช้เป็นมาตรฐาน NTSC (National Television System Committee) แต่การแสดงผลภาพในระบบนี้จะมีความละเอียดของภาพต่ำ ซึ่งจะพบในการแสดงผลภาพในระบบ CGA (Color Graphic Adapter)

3) **การแสดงผลภาพสีแบบ อนาล็อก RGB** (Analog RGB Display) ในระบบนี้จะมีสายสัญญาณออกมาทางเอาท์พุทประกอบด้วย สายสัญญาณสีอยู่ 3 เส้นได้แก่ สัญญาณ สีแดง, สีเขียว,สีน้ำเงิน เป็นสัญญาณสีแบบอนาล็อก ดังนั้นการแสดงผลภาพที่จอมอนิเตอร์จะสามารถแสดงภาพสีได้ระดับความแตกต่างสีได้ไม่จำกัด แต่เนื่องจากฮาร์ดแวร์ (Hardware) ของระบบมีข้อจำกัด ทำให้จำนวนสีที่แสดงที่จอมอนิเตอร์ถูกจำกัดตามไปด้วย การแสดงภาพสีในระบบนี้ได้แก่ระบบ VGA (Video Graphics Array)

การแสดงผลภาพในระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สรุปได้ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Display	Compatible Adapters	Color	Text Resolution	Graphics Resolution	Scan Rates
Monochrome	MDA Hercules EGA	2	80X25	640X350 720X350 720X348	Ver50Hz Hor 15.8 KHz
Color	CGA EGA	16	40X25 80X25	320X200 640X200	Vert 60 Hz Hor 15.8 KHz
Enhanced Color	CGA EGA	16 of 64	40X25 80X25	320X200 640X200 640X350	Vert 60 Hz Hor 15.8 KHz or 21.8 KHz
Multisync Digital	CGA EGA	16 of 64	40X25 80X25	320X200 640X200 640X350	Variable
Multisync Analog	VGA	256of256K	80X25	640X480 800X600	Variable
VGA Color Display	VGA	256of256K	40X25 80X25	320X400 640X400	Vert 70 Hz Hor 31.5 KHz
VGA Mono Display	VGA	256of256K	40X25	320X350 640X350	Vert 70 Hz

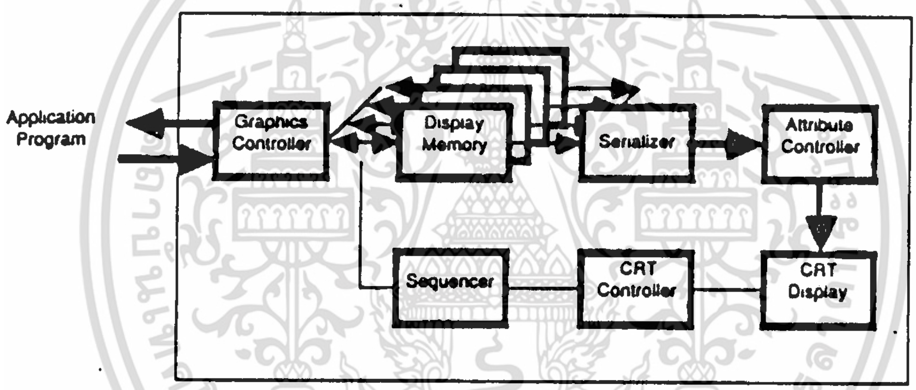
ตารางที่ 4.1 สรุปความละเอียดจอมอนิเตอร์ในโหมดการทำงานต่างๆที่ใช้งานอยู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			80X25	720X350 720X400 640X480	Hor 31.5 KHz

ตารางที่ 4.1(ต่อ) **สรุปความละเอียดจอมอนิเตอร์ในโหมดการทำงานต่างๆที่ใช้งานอยู่ทั่วไป**

4.3 ระบบโครงสร้างของ EGA/VGA



รูปที่ 4.1 **รูปแสดงบล็อกไดอะแกรมการแสดงผลภาพในระบบ EGA/VGA**

ในตารางที่ 4.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของระบบ EGA ซึ่งประกอบด้วย 6 ส่วนคือ

1) หน่วยความจำแสดงผลภาพ (Display Memory) เป็นหน่วยความจำแบบไดนามิกส์แรม (Danamic Random Access Memory) ขนาด 256 กิโลไบท์ (KBytes) ประกอบด้วยหน่วยความจำ 4 ชุด(Page) ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาพที่จะนำไปแสดงออกที่จอมอนิเตอร์ชั่วคราว

2) กราฟฟิคคอนโทรลเลอร์ (Graphic Controller) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างตัวจัดการ (Processor) กับหน่วยความจำแสดงผลภาพ (Display Memory) ซึ่งเป็นตัวช่วยจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกับข้อมูลเกี่ยวกับฟังชั่นลอจิกต่างๆ เพื่อความสะดวกในการแสดงผลภาพ

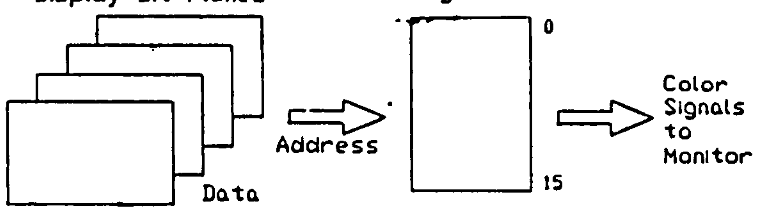
3) **ซีอาร์ที คอนโทรลเลอร์** (CRT Controller) เป็นส่วนที่ใช้สร้างสัญญาณควบคุมการสะแกน (Scan) สัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์

4) **ดาต้า ซีเรียลไลเซอร์** (Data Serializer) เป็นตัวจัดเรียงข้อมูลภาพจากหน่วยความจำแสดงผลภาพให้ข้อมูลภาพมีลักษณะเป็นข้อมูลแบบอนุกรมเรียงต่อกัน เพื่อส่งไปแสดงที่จอมอนิเตอร์

5) **อาทิบิว คอนโทรลเลอร์** (Artibute Controller) ประกอบด้วย ตารางสี (Lookup Table,LUT) เพื่อใช้เก็บข้อมูลโค๊ดสี (Color Code) เพื่อนำไปแสดงที่จอมอนิเตอร์ เนื่องจากว่าข้อมูลภาพสีที่นำไปแสดงที่มอนิเตอร์มีปริมาณมาก ดังนั้นเพื่อความประหยัดพื้นที่ของหน่วยความจำแสดงผลภาพ(Display Memory) มีพาเลทรีจีสเตอร์(Palette Register) สำหรับเก็บโค๊ดสีและใช้ข้อมูลภาพที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำแสดงผลภาพเป็นตัวชี้เอาโค๊ดสีที่พาเลทรีจีสเตอร์ออกแสดงที่จอมอนิเตอร์ต่อไป ในระบบ EGA จะมีพาเลทรีจีสเตอร์ ขนาด 16 พาเลทรีจีสเตอร์ (แต่ละพาเลท รีจีสเตอร์ ประกอบด้วยโค๊ด สีแดง 6 บิท,สีเขียว 6 บิท,สีน้ำเงิน 6 บิทสำหรับป้อนให้แก่จอมอนิเตอร์) ส่วนในระบบ VGA จะมีพาเลท รีจีสเตอร์ ขนาด 16 พาเลทรีจีสเตอร์ ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งโค๊ดสีในตารางสี(Lookup Table) ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 256 ค่าสี (ในแต่ละค่าสีประกอบด้วย สีแดง 6 บิท,สีเขียว 6 บิท,สีน้ำเงิน 6 บิท) สำหรับส่งให้วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อกเพื่อป้อนให้จอมอนิเตอร์ต่อไป

6) **ซีเควนเซอร์**(Sequencer) เป็นตัวควบคุมการทำงานของหน่วยความจำแสดงผลภาพในแต่ละชุดให้ทำงานหรือไม่ทำงาน (Enable/Disenable)

<u>4.4 การเปลี่ยนข้อมูลภาพเป็นข้อมูลสีในระบบ EGA</u>

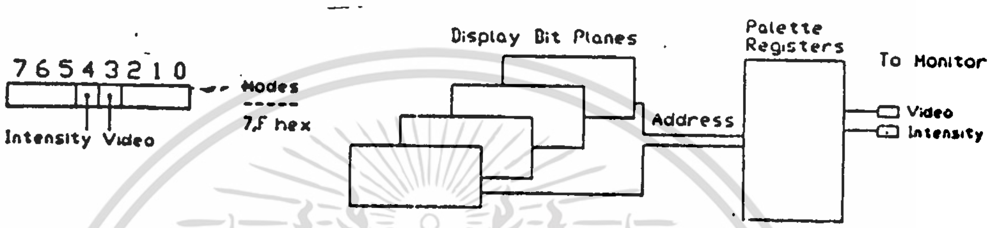


รูปที่ 4.2 รูปแสดงการเปลี่ยนโค๊ดสีในระบบ EGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

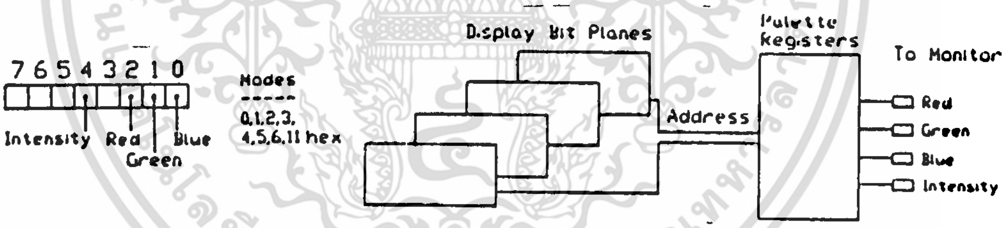
จากรูปที่ 4.2 เป็นบล็อกไดอะแกรมการเปลี่ยนข้อมูลภาพที่หน่วยความจำแสดงผลภาพในระบบ EGA เป็นโค๊ดสีที่พาเลท รีจีสเตอร์ (Palette Register) เพื่อนำไปแสดงออกที่จอมอนิเตอร์ต่อไป โดยแบ่งออกเป็น 3 โหมดการทำงานคือ

4.4.1 โหมดการแสดงข้อมูลภาพแบบโมโนโครม (Monochrome Mode)



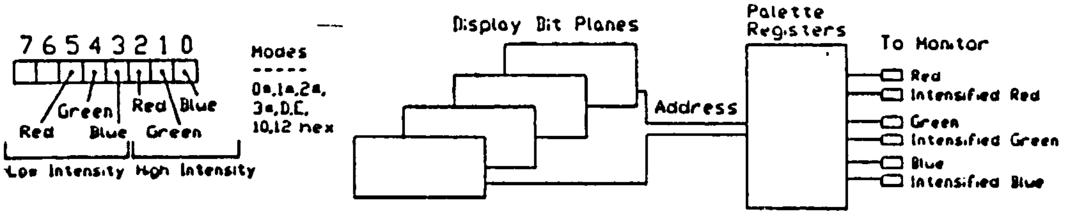
รูปที่ 4.3 แสดงการส่งสัญญาณภาพในโหมดโมโนโครมของระบบ EGA

4.4.2 โหมดการแสดงสี RGBI (RGBI Color Mode)



รูปที่ 4.4 แสดงการส่งสัญญาณภาพในโหมดการแสดงภาพสี RGBI ของระบบ EGA

4.4.3 โหมดการแสดงสีแบบพิเศษ (Enhance Color Mode)

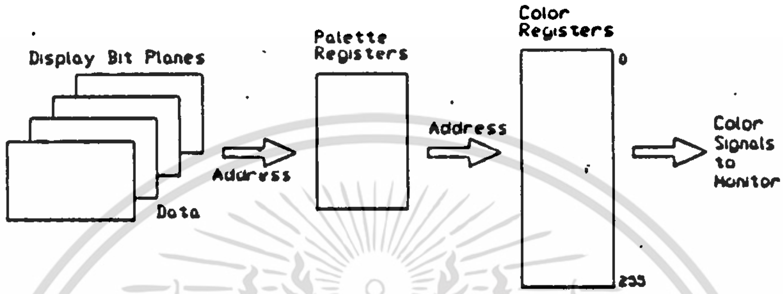


รูปที่ 4.5 แสดงการส่งสัญญาณภาพสีในโหมดพิเศษ(Enhance Color Mode) ของระบบ EGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบ EGA ข้อมูลสีที่ออกจากพาเลท รีจีสเตอร์ (Palette Register) ไปยังมอนิเตอร์

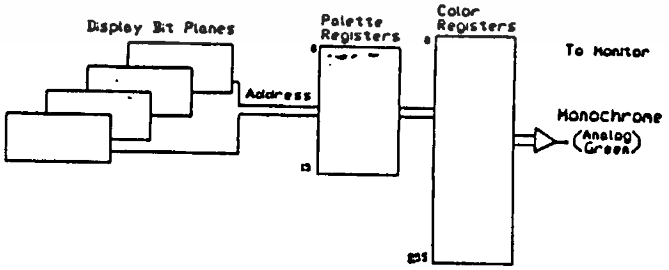
4.5 การเปลี่ยนข้อมูลภาพเป็นข้อมูลสีในระบบ VGA



รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนโค้ดสีในระบบ VGA

จากรูปที่ 4.6 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนข้อมูลภาพเป็นข้อมูลสี ในระบบ VGA โดยข้อมูลภาพที่หน่วยความจำแสดงผล จะเป็นตัวกำหนดแอดเดรสของพาเลทรีจีสเตอร์ เพื่อใช้โค้ดสีในพาเลทรีจีสเตอร์ สำหรับกำหนดแอดเดรสในตารางสี (Color Register) เพื่อนำเอาข้อมูลสีไปป้อนเข้ามอนิเตอร์ต่อไป โดยมี 2 โหมดการทำงานคือ

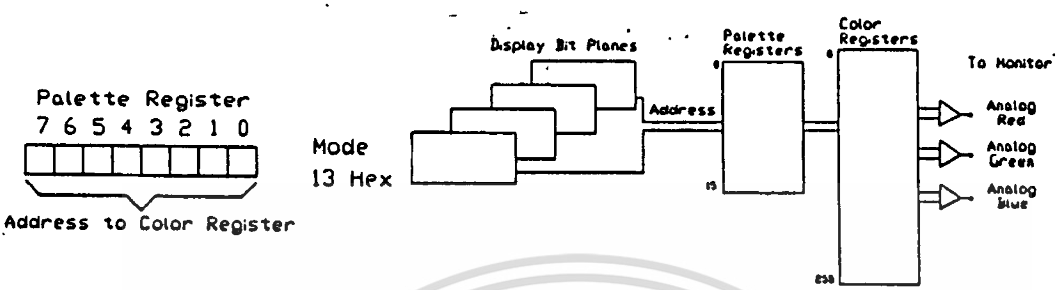
4.5.1 โหมดการแสดงผลภาพแบบ โมโนโครม (Monochrom Mode)



รูปที่ 4.7 แสดงการส่งสัญญาณภาพในโหมดโมโนโครมของระบบ VGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 โหมดการแสดงภาพสี (Color Mode)



รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณภาพในโหมดการแสดงภาพสี(Color Mode) ของระบบ VGA

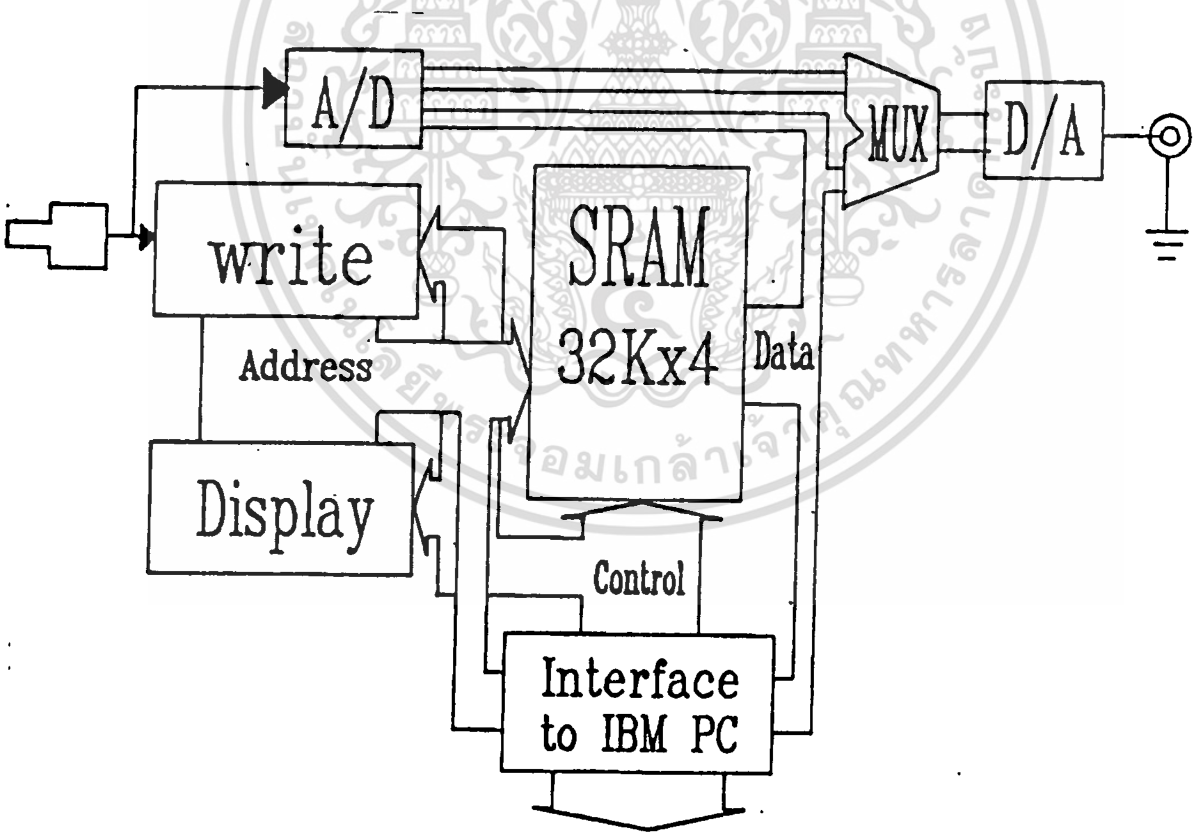
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5
เครื่องเก็บและแสดงผลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ
(512x256 Pixels Of Image Display)

5.1 บทนำ

เพื่อความเข้าใจดีขึ้นถึงลักษณะการทำงานของตัวเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ในที่นี้จะขอกล่าวย้อนไปถึงเครื่องแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลภาพในลักษณะเป็นภาพขาวดำ โดยสามารถแสดงระดับเทาในแต่ละจุดภาพได้ 256 ระดับ(เก็บข้อมูลภาพขนาด 8 บิท) ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของ - นายอรรถสิทธิ์ หล่าสกุล ภาควิชาอิเลคทรอนิคส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

5.2 โครงสร้างระบบการแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ



รูปที่ 5.1 รูปบล็อกไดอะแกรมเครื่องแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 5.1 ซึ่งเป็นบล็อกไดอะแกรมเครื่องแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ ซึ่งเป็นระบบเก่าแต่จะขอกล่าวเพียงคร่าวๆถึงการทำงานของแต่ละบล็อกการทำงาน เนื่องจากมีบางบล็อกไดอะแกรมที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับเครื่องแสดงข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ซึ่งจะกล่าวต่อไปบทที่ 6 แต่จะเน้นในส่วนการสร้างแอดเดรสและสัญญาณซิงค์

ในรูปที่ 5.1 ข้างบน จะเห็นว่าในส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรมจะถูกเขียนอ่านด้วย บล็อกอีก 3 บล็อกคือ บล็อก Write , บล็อก Display และบล็อก Interface โดยแต่ละส่วนมีการทำงานดังนี้คือ

1) **ส่วนบล็อก Write** ทำหน้าที่ในการควบคุมการเขียนข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิดผ่านตัว Flash A/D ลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม (บล็อก SRAM 32K-4) นอกจากนี้ในบล็อก Write ยังใช้สำหรับสร้างสัญญาณซิงค์ เพื่อส่งไปรวมกับสัญญาณภาพที่วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก (บล็อก D/A)

2) **ส่วนบล็อก Display** ทำหน้าที่ในการสะแกนอ่านข้อมูลภาพที่อยู่ในวีดีโอแรม (Vedio RAM) ออกสู่มอนิเตอร์ (Monitor) โดยผ่านวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก นอกจากนี้วงจรในส่วนการแสดงผลภาพ ยังต้องสร้างสัญญาณควบคุมการสะแกนสัญญาณภาพขึ้นเองในช่วงการแสดงภาพ(Display mode) ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้จะนำไปผสมรวมกับสัญญาณภาพที่วงจรในส่วนของ D/A(การเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก) ได้เป็นสัญญาณภาพรวม(Composite Video) เพื่อป้อนไปยังจอมอนิเตอร์ในการแสดงภาพต่อไป

3) **ส่วนบล็อก Interface** ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยความจำวีดีโอแรมของเครื่องแสดงผลภาพกับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเอาข้อมูลภาพที่ได้ไปใช้งานหรือเก็บลงแผ่นข้อมูลต่อไป นอกจากนี้วงจรในส่วนบล็อก Interface ยังใช้เชื่อมต่อสัญญาณควบคุม (Control Signal) จากไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องแสดงผลภาพทางดิจิตอล อีกด้วย

จากบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 5.1 ข้างบน จะเห็นว่าข้อมูลภาพที่ใช้เก็บเป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอล ซึ่งได้จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณภาพแบบอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอล (บล็อก A/D) โดยทำการเก็บสัญญาณภาพในแต่ละเส้นสะแกนเท่ากับ 512 จุดและเก็บจำนวน 256 เส้น (เป็นการเก็บข้อมูลภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การทำงานของเครื่องเก็บและแสดงผลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

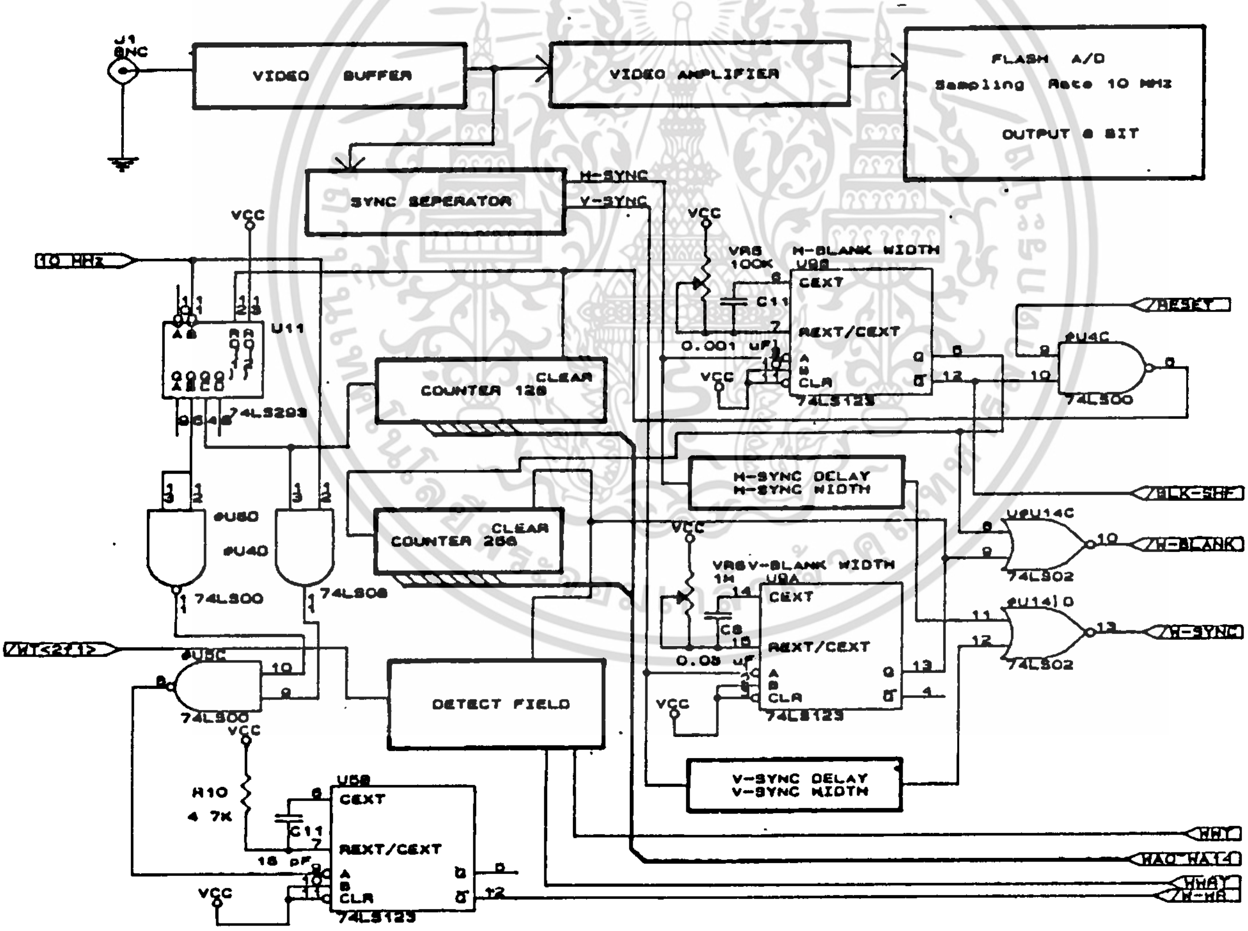
เพื่อความสะดวกในการใช้งานได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 โหมดการทำงานได้ดังนี้คือ

1) โหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด (Write Mode)

2) โหมดการแสดงผลภาพจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ (Display Mode)

3) โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interface Mode)

5.3.1 โหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด (Write Mode)



รูปที่ 5.2 แสดงวงจรในส่วนเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.3 ข้างบนประกอบด้วยสัญญาณสำคัญๆที่ได้จากวงจรภาคอื่นๆคือ

สัญญาณ WT เป็นสัญญาณระดับลอจิก (Logic) ที่ได้จาก เอาท์พุทพอร์ท (Output Port) โดยผ่านวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Intreface) เพื่อกำหนดโหมดการเขียนข้อมูลภาพลงสู่วีดีโอแรม

ส่วนสัญญาณเอาท์พุท (Output) ที่ได้เป็นสัญญาณแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม (WA0 - WA14) และสัญญาณซิงค์และแบลงค์ แก่จอมอนิเตอร์ได้แก่ สัญญาณ W-Sync ,สัญญาณ W-Blk

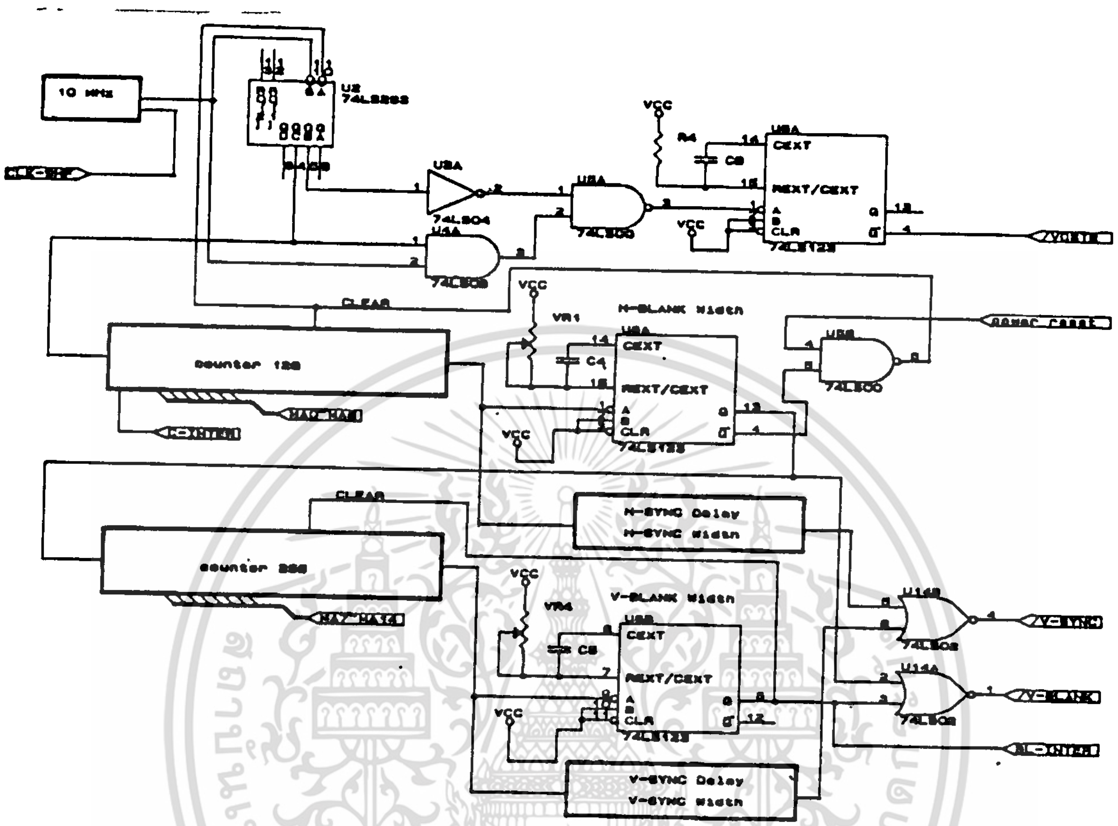
สัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ(Composite Video) ที่ได้จากกล้องวงจปิด นอกจากจะนำไปแปลงรูปสัญญาณภาพจากอนาล็อกเป็นข้อมูลทางดิจิตอล เพื่อนำไปเก็บลงสู่หน่วยความจำวีดี-โอแรม อีกส่วนหนึ่งใช้สร้างสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ โดยผ่านวงจรแยกสัญญาณแยกซิงค์(ในบล็อก Sync Seperator) ได้สัญญาณซิงค์ทางแนวนอนและแนวตั้ง(Horizontal and Vertical Sync) นำมาผ่านวงจรปรับแต่งสัญญาณซิงค์และแบลงค์

สัญญาณซิงค์และแบลงค์ที่ได้จะนำเป็นสัญญาณซิงค์และแบลงค์ของจอมอนิเตอร์ (Monitor) และสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอน (Horizontal Blanking) ใช้เป็นสัญญาณรีเซทวงจรนับจำนวนเส้นสะแกนที่เก็บข้อมูลภาพ(วงจรนับ 256) เหตุที่ต้องมีการปรับแต่งสัญญาณซิงค์และแบลงค์ เพื่อให้เหมาะกับการสะแกนของข้อมูลภาพที่จะเก็บลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม

5.3.2 โหมดการอ่านข้อมูลภาพสู่มอนิเตอร์ (Display Mode)

การทำงานในบล็อก Display มีวงจรตามในรูปข้างล่าง ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับในบล็อก Write เพียงแต่ไม่ต้องใช้สัญญาณซิงค์จากกล้องวงจรปิดสำหรับสร้างแอดเดรสแก่วีดีโอแรม แต่ใช้แอดเดรสในบิทสูงสุดของวงจรนับ 128 (นับจำนวนจุดภาพในแต่ละเส้นสะ-แกน) สำหรับสร้างสัญญาณซิงค์แบลงค์ทางแนวนอนแก่จอมอนิเตอร์ และใช้แอดเดรสสูงสุดของวงจรนับ 256 (นับจำนวนเส้นสะแกน) สำหรับสร้างสัญญาณซิงค์แบลงค์ทางแนวตั้งแก่จอมอนิเตอร์ นอกจากนี้สัญญาณแบลงค์ทางแนวตั้งและแนวนอนยังใช้เป็นสัญญาณรีเซทแก่วงจรนับ 256 และวงจรนับ 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 5.3 แสดงวงจรในส่วนการอ่านข้อมูลภาพจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์

สัญญาณ Clk-Shf สัญญาณคล็อกให้แก่ บล็อก Shift Register ในบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 5.1

สัญญาณ V-Sync,V-Blk สัญญาณซิงค์แบลงค์ทางแนวตั้ง(Vertical Sync and Vertical Blanking) แก่จอมอนิเตอร์ สำหรับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด

สัญญาณ Power Reset สัญญาณรีเซทที่ได้จากไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้รีเซทสภาวะเริ่มต้นของเครื่องเก็บและแสดงภาพทางดิจิตอล

สัญญาณ VDSTB สัญญาณการสโตป(Stobe) ข้อมูลภาพในบล็อก Latch Data

สัญญาณ MAO - MA14 แอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interface)

ในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นโหมดที่มีความสำคัญมากโหมดหนึ่ง โดยมีหน้าที่การทำงานดังนี้คือ

1) ทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถเรียกใช้พื้นที่หน่วยความจำในหน่วยความจำวีดีโอแรมได้ง่ายขึ้น เหมือนเป็นหน่วยความจำภายในระบบของไมโครคอมพิวเตอร์เอง

2) เป็นส่วนเชื่อมต่อข้อมูลภาพระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องเก็บและแสดงภาพทางดิจิตอล

5.4 ข้อดีข้อเสียของระบบเก็บและแสดงข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ

จากบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสแก่วีดีโอแรมในโหมดการเขียนจากกล้องวงจรปิดกับโหมดการอ่านข้อมูลภาพออกสู่มอนิเตอร์(Monitor) จะเป็นวงจรคนละส่วนแยกจากกัน ทำให้ต้องมีวงจรมัลติเพล็ก(multiplex) เพื่อเลือกสัญญาณแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละโหมดการทำงาน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองอุปกรณ์มากและการออกแบบวงจรยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากต้องใช้วงจรมัลติเพล็กแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมหลายชุดทำให้เกิดการผิดพลาดของสัญญาณได้

สัญญาณควบคุมการสะแกนสัญญาณภาพ(สัญญาณซิงค์) ที่ป้อนให้แก่จอมอนิเตอร์ในโหมดการนำเอาข้อมูลภาพออกแสดงที่จอมอนิเตอร์เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม (ในบล็อก Display) ทำให้ลักษณะของสัญญาณซิงค์ที่ได้ผิดไปจากรูปแบบมาตรฐาน ทำให้การสะแกนสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์เป็นการสะแกนแบบไม่สลับเส้น (Noninterlace Scanning) ทำให้เห็นเป็นภาพกระพริบมองดูไม่ชัด นอกจากนี้จะเห็นว่าข้อมูลภาพที่เก็บลงสู่หน่วยความจำวีดีโอมีขอบเขตการนำไปประยุกต์ใช้งานถูกจำกัดได้เฉพาะภาพขาวดำเท่านั้น

ด้วยเหตุนี้จึงมีงานวิจัยสำหรับออกแบบและสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ขึ้น(จะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 6) เพื่อเก็บข้อมูลภาพสีทำให้ - สามารถขยายขอบเขตในการประยุกต์ใช้งานของข้อมูลภาพให้มากขึ้น และเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดการนำเอาข้อมูลภาพแสดงออกที่มอนิเตอร์ในระบบเก่าที่ได้กล่าวไปแล้วและเพื่อประหยัดอุปกรณ์ที่ใช้ โดยใช้วงจรสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ(Write Mode)กับในโหมดการแสดงผลภาพที่จอมอนิเตอร์ (Display Mode) จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นชุดเดียวกัน โดยมีสวิทช์สำหรับเลือกสัญญาณซิงค์ที่ใช้ควบคุมการสร้างแอดเดรสให้เหมาะสมกับโหมดการทำงาน นอกจากนี้สัญญาณซิงค์ที่ใช้ควบคุมการสะแกนของสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) จะใช้สัญญาณซิงค์ที่ได้จากวงจรสร้างสัญญาณซิงค์ (Sync Generator) ทำให้สัญญาณซิงค์ที่ได้มีรูปแบบเหมือนสัญญาณซิงค์ที่ได้จากกล้องวีดีโอทุกประการ ทำให้การแสดงภาพที่จอมอนิเตอร์เป็นภาพที่มีการกระพริบภาพน้อยน้อยลงและทำให้ - สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การออกแบบและสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ
(512x512 Pixels of color Image Display)

6.1 บทนำ

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในการเก็บข้อมูลภาพที่มีการสะแกนด้วยความเร็วสูง ให้ได้ความละเอียดของภาพมาก มีการเก็บได้หลายวิธีตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 แต่วิธีที่เหมาะสมสำหรับระบบการเก็บข้อมูลภาพที่ต้องการพัฒนาให้สามารถเก็บข้อมูลภาพได้มากขึ้น ควรใช้วิธีการเก็บข้อมูลภาพแบบเลื่อนข้อมูลภาพและได้นำมาใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ด้วย โดยผลงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ โดยการนำเอาสัญญาณภาพสีรวม (Composite Video) ที่ได้จากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพ ตัวอย่างเช่น จากกล้องวีดีโอ, เครื่องเล่นวีดีโอ, เครื่องรับโทรทัศน์สี สัญญาณสีรวมที่ได้จะผ่านวงจรในส่วนการแยกสัญญาณสีรวมออกเป็นสัญญาณแม่สีทั้งสามคือ สัญญาณสี แดง, เขียว, น้ำเงิน โดยวงจรเครื่องรับโทรทัศน์สีแล้วนำสัญญาณแม่สีทั้งสามมาผ่านขบวนการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสีพร้อมกันและสามารถนำเอาข้อมูลภาพที่ได้แสดงออกที่จอมอนิเตอร์สีทั่วไป

เพื่อความสะดวกในการใช้งานได้ออกแบบให้ตัวเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลใช้งานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไป ในการควบคุมการทำงานในโหมดต่างๆของตัวเครื่องและเพื่อติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีระหว่างวีดีโอแรมกับไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับนำเอาข้อมูลภาพสีที่ได้ไปใช้งานต่อไป

<u>ส่วนประกอบของเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ</u> ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ

1) **ส่วนการแยกสัญญาณภาพสีรวม(Color Decoder)** ออกเป็นสัญญาณสีทั้งสาม (สัญญาณสี RGB) จากรูปเขียนด้วยบล็อก Color Decoder

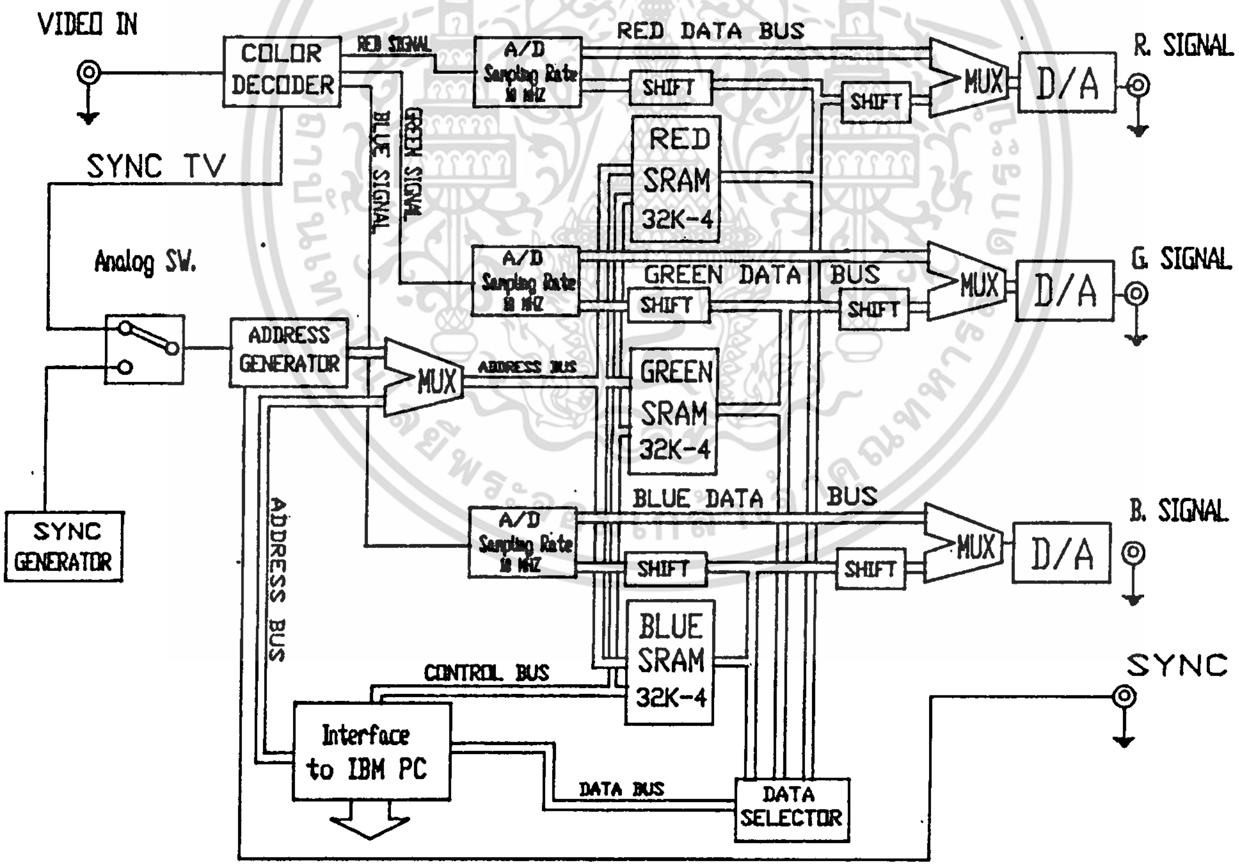
2) **ส่วนการสร้างแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม(Address Genertor)** จากรูปที่ 6.1 จะเห็นว่าประกอบด้วย บล็อก Sync Gen, บล็อก Analog SW. และ บล็อก Address Gen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) **ส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรม (Video Ram)** จากรูปที่ 6.1 ประกอบด้วย 3 บล็อกคือ บล็อก Red SRAM 32K-4,บล็อก Green SRAM 32K-4,บล็อก Blue SRAM 32K-4

4) **ส่วนการเปลี่ยนรูปสัญญาณ (Signal Converter)** จากรูปที่ 6.1 ประกอบด้วยการเปลี่ยนรูปสัญญาณอนาล็อก(Analog) เป็นข้อมูลทางดิจิตอล(Digital) ในรูปแสดงด้วยบล็อก A/D(เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล) และการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก ในรูปแสดงด้วย บล็อก D/A (เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก)

5) **ส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interfacing)** จากรูปที่ 6.1 ก็คือบล็อก Interface to IBM PC (การติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์)



<u>รูปที่ 6.1</u> **แสดงบล็อกไดอะแกรมเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ส่วนของวงจรแยกสัญญาณสี (Composit Video Seperator)

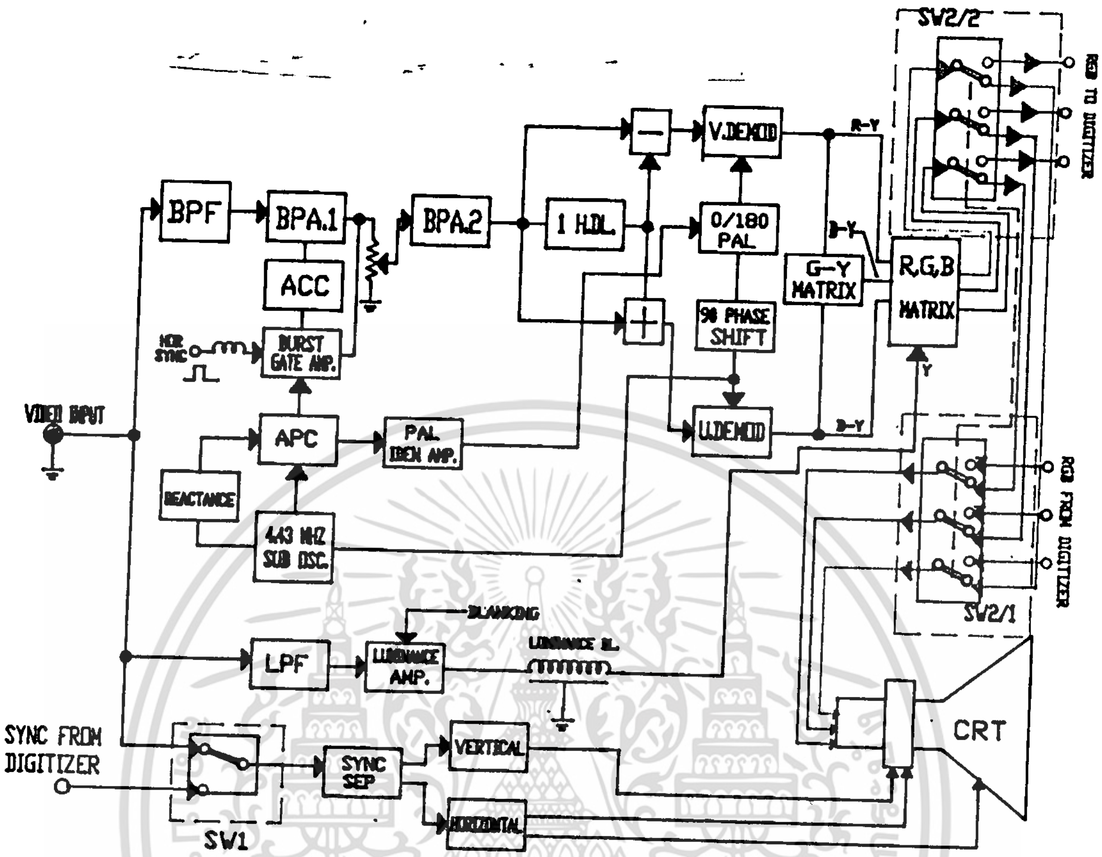
เนื่องจากเอาท์พุท (Output) ของกล้องวีดีโอ หรือจากเครื่องกำเนิดสัญญาณสีรวม (Composit Video) ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมีด้วยกันหลายแบบกล่าวคือ สัญญาณเอาท์พุทเป็นสัญญาณภาพสีรวมเพียงเส้นเดียวหรือระบบที่มีสัญญาณเอาท์พุท 4 เส้น ประกอบด้วยสัญญาณ สีแดง ,สีเขียว,สีน้ำเงิน และสัญญาณซิงค์ (Sync Signal) ด้วยเหตุนี้เพื่อให้สะดวกแก่การใช้งานในการออกแบบเครื่องเก็บและแสดงผลภาพสีทางดิจิตอล จึงออกแบบไว้สองลักษณะคือ

- รับสัญญาณอินพุทแบบ สัญญาณภาพสีรวม (Composit Video Input)
- รับสัญญาณอินพุทแบบ สัญญาณแม่สีทั้งสามแยกกัน (RGB Signal Input)

6.2.1 สัญญาณอินพุทแบบสัญญาณภาพสีรวม(Composit Video Input)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลแบบแยกสีกัน ดังนั้นจึงต้องมีวงจรสำหรับแยกภาพสัญญาณสีรวมออกเป็นสัญญาณภาพสีทั้งสามกล่าวคือ สัญญาณสีแดง,เขียว,น้ำเงิน(RGB) และสัญญาณซิงค์เพื่อใช้ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆของตัวเครื่องเก็บและแสดงผลภาพทางดิจิตอล โดยในงานวิจัยนี้จะใช้วงจรเครื่องรับโทรทัศน์สีโซนี่รุ่น KV 1340S เป็นระบบพาล(PAL) สำหรับแยกเอาสัญญาณแม่สีทั้งสามออกจากสัญญาณสีรวม (Composit Video) เนื่องจากว่าในงานวิจัยนี้จะใช้จอภาพจากเครื่องรับโทรทัศน์สีนี้เป็นจอมอนิเตอร์ของตัวเครื่องด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ไขวงจรเครื่องรับโทรทัศน์สีในบางส่วน ดังในรูปบล็อกไดอะแกรมข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 รูปแสดงบล็อกไดอะแกรมเครื่องรับโทรทัศน์สีที่แก้ไขวงจรบางส่วน

หน้าที่การทำงานของบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์สีใน ระบบ PAL เป็นดังนี้คือ

บล็อก BPF (Bandpass Filter) เป็นวงจรกรองสัญญาณแถบความถี่ระหว่าง 4 - 5 MHz ซึ่งเป็นย่านความถี่สัญญาณโครม่า(Chroma) และสัญญาณเบิสท์(Burst) เพื่อนำไปแยกเป็นสัญญาณแม่สีทั้งสามจากสัญญาณภาพสีรวม

บล็อก BPA.1 (1st Bandpass Amplifier) เป็นวงจรขยายสัญญาณโครม่าและสัญญาณเบิสท์ให้มีขนาดแรงขึ้น

บล็อก ACC (Automatic Color Control) มีหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของวงจรในส่วนบล็อก BPA.1 ให้มีความแรงของสัญญาณคงที่

บล็อก BPA.2 (2nd Bandpass Amplifier) เป็นวงจรขยายสัญญาณเหมือนกับวงจรใน บล็อก BPA.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก Burst Gate AMP,APC (Automatic Phase Control) มีหน้าที่ในการแยกสัญญาณเบิสท์ออกจากสัญญาณโครม่า เพื่อส่งไปควบคุมการสร้างสัญญาณซับแคเรีย (Subcarrier) ที่วงจรในบล็อก 4.43 MHz Subcarrier OSC

และวงจรในส่วนที่ตีกรอบเป็นวงจรแยกสัญญาณภาพสีในระบบ PAL ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 ในที่นี้จะไม่ขอกล่าวซ้ำอีก

บล็อก LPF (Lowpass Filter) เป็นวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำสำหรับสัญญาณลูมิแนนซ์ (Luminance) ซึ่งอยู่ในย่านความถี่ 0 - 4 MHz ออกจากสัญญาณภาพสีรวม เพื่อส่งไปหักล้างกับสัญญาณความแตกต่างสีใน บล็อก RGB Matrix

บล็อก SW1,SW2 เป็นสวิทช์ที่ใช้เลือกการทำงานของระบบเครื่องรับโทรทัศน์สี ว่าจะใช้เป็นเครื่องรับโทรทัศน์สีทั่วไปหรือจะใช้เป็นจอมอนิเตอร์สำหรับเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอล โดยสวิทช์ SW1 ใช้สำหรับเลือกสัญญาณซิงค์ที่ใช้ควบคุมการสะแกนของสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์ว่าจะใช้สัญญาณซิงค์ที่มาจากเครื่องแสดงภาพสีทางดิจิตอล(ช่วงใช้เครื่องรับโทรทัศน์สีเป็นจอมอนิเตอร์)หรือจะใช้สัญญาณซิงค์ของวงจรเครื่องรับโทรทัศน์เอง(ช่วงใช้เป็นเครื่องรับโทรทัศน์สีทั่วไป) ส่วนสวิทช์ SW2 ก็ใช้เลือกสัญญาณในลักษณะเดียวกับสวิทช์ SW1 เพียงแต่ใช้เลือกสัญญาณภาพสีทั้งสาม (Red,Green,Blue) และเพื่อสะดวกแก่การใช้งานจึงใช้สวิทช์ SW1,SW2 ให้อยู่ในสวิทช์ตัวกัน

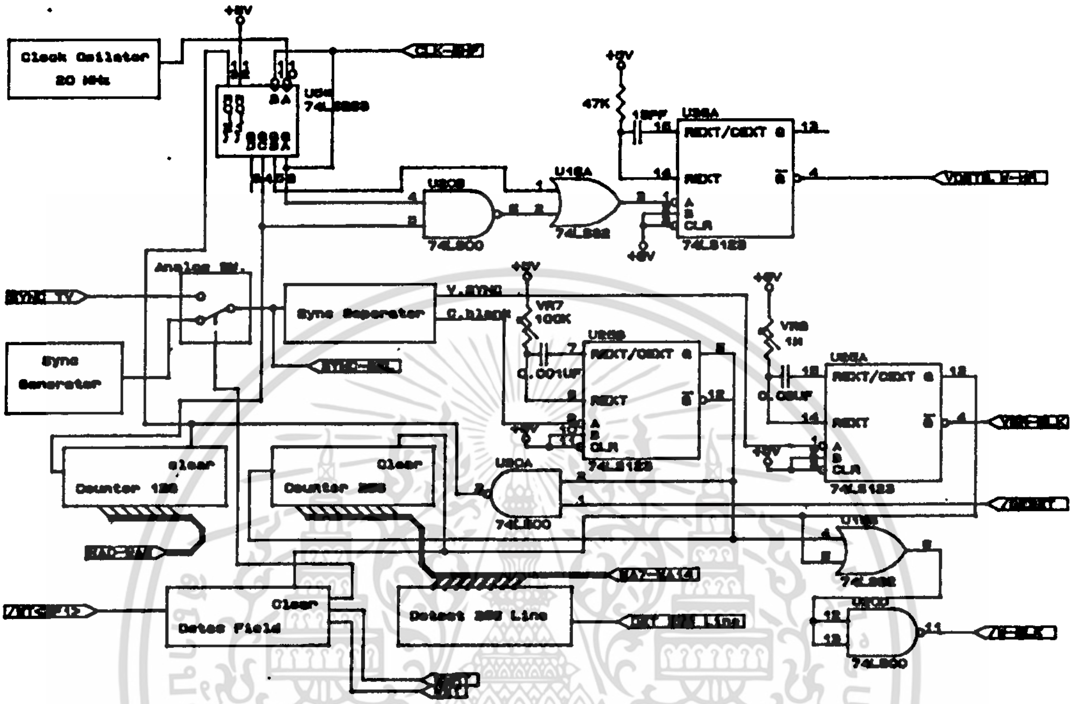
6.2.2 สัญญาณอินพุทแบบแยกสัญญาณสี(RGB Signal Input)

การใช้งานสามารถป้อนเข้าทางอินพุทของเครื่องเก็บภาพได้โดยตรงเลย(ไม่ต้องผ่านวงจรแยกสัญญาณแม่สี) ซึ่งทำเป็นสายต่อสำหรับต่อได้โดยตรง การใช้งานในลักษณะนี้จะใช้เครื่องรับโทรทัศน์สีเป็นจอมอนิเตอร์(Monitor) ป้อนเข้ามาทางสวิสช์ SW1,SW2 เพื่อใช้ควบคุมภาพที่จอมอนิเตอร์ต่อไป

6.3 ส่วนการสร้างแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม(Address Generator)

วงจรในส่วนนี้มีหน้าที่ในการสร้างสัญญาณแอดเดรสของวีดีโอแรมเพื่อใช้สะแกน (Scan) เขียนอ่านข้อมูลภาพกับหน่วยความจำวีดีโอแรม และสำหรับสร้างสัญญาณควบคุมให้แก่วงจรในภาคต่างๆโดยใช้สัญญาณซิงค์ (Sync) เป็นสัญญาณควบคุมการสร้างแอดเดรส วงจรที่ใช้อธิบายในส่วนนี้แสดงในรูปที่ 6.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



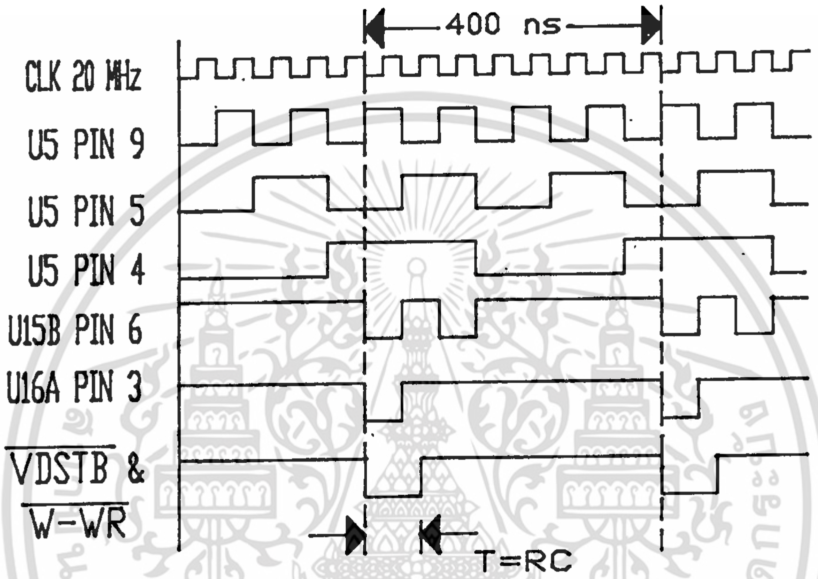
รูปที่ 6.3 แสดงวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมใน
โหมดการเขียนภาพสี

จากรูปที่ 6.3 เป็นวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรม โดยใช้วงจรสร้างสัญญาณคล็อก(Clock) ในรูปแสดงด้วยบล็อก Clock Oscilator โดยจะนำการผลิตสัญญาณความถี่ 20 เมกกะเฮิร์ท(MHz) แล้วทำการหาร 2 ด้วยวงจรนับ (Counter) U5* ได้เป็นสัญญาณความถี่ 10 MHz ใช้เป็นสัญญาณคล็อกสำหรับการสุ่มข้อมูลภาพที่วงจรในส่วนของ A/D (การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล) ในแต่ละจุดภาพจากรูปแสดงด้วยสัญญาณ clk-shf นอกจากนี้ยังใช้เป็นสัญญาณคล็อกของวงจรในส่วนต่างๆด้วย

สัญญาณ VDSTB (การสโตปข้อมูล) และสัญญาณการเขียนข้อมูลภาพของหน่วยความจำวีดีโอแรม /W-WR เป็นสัญญาณพัลส์ (Pulse) ที่เกิดขึ้นทุกๆครั้งของการเลื่อนข้อมูลภาพครบ 4 จุด หรือ 400 นาโนวินาที (ns) โดยสัญญาณนี้จะได้จากการนำสัญญาณคล็อก -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 20 MHz ผ่านวงจรนับ U5* และวงจรเกท (Gate) U20B,U16A ในการสร้างสัญญาณพัลส์ทุกๆ 400 ns หรือการเลื่อนข้อมูลครบ 4 จุด สำหรับทริก (Trige) การทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ล(Monostable) U25A ความกว้างพัลส์ของสัญญาณ VDSTB และสัญญาณ /W-WR จะถูกกำหนดโดยค่าของ RC สัญญาณที่ได้แสดงในรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณ VDSTB และ สัญญาณ /W-WR

เนื่องจากในการเขียนอ่านข้อมูลภาพกับหน่วยความจำวีดีโอแรม เพื่อให้การสะแกนของข้อมูลภาพที่จะเก็บสัมพันธ์กับการสะแกนแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม ในช่วงมีการเขียนอ่านข้อมูลภาพ สำหรับการสร้างวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสแก่วีดีโอแรม โดยแบ่งตามโหมดการทำงานได้ดังนี้คือ

1) โหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม

2) โหมดการอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำออกสู่มอนิเตอร์

ในรูปที่ 6.3 จะเห็นว่าวงจรนับ (Counter) ที่ผลิตสัญญาณแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรม ประกอบด้วย วงจรนับ 128 และวงจรนับ 256 สำหรับสร้างเป็นแอดเดรส WA0-WA14 แก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสี

เนื่องจากว่าในโหมดการเขียนข้อมูลภาพ(Write Mode) และโหมดการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพสี(Display Mode) ของเครื่องจะทำงานสลับกันคนละช่วงเวลา ดังนั้นเพื่อการประหยัดจำนวนอุปกรณ์ ในงานวิจัยนี้จึงออกแบบให้การทำงานในสองโหมดนี้จะใช้วงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสของวีดีโอแรมรวมเป็นชุดเดียวกัน แต่ใช้สัญญาณควบคุมซึ่งเป็นสัญญาณซิงค์(Sync) แยกกัน กล่าวคือ ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอจะใช้สัญญาณซิงค์ที่ได้จากกล้องวีดีโอเป็นสัญญาณควบคุม ส่วนในโหมดการอ่านข้อข้อมูลภาพจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์จะใช้สัญญาณซิงค์ที่สร้างขึ้นเองเป็นสัญญาณควบคุมซึ่งสัญญาณซิงค์นี้จะไม่เกี่ยวข้องกับสัญญาณซิงค์ของกล้องวีดีโอเลย แต่มีรูปแบบมาตรฐานเดียวกันเพื่อให้การสะแกนอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์มีลักษณะเหมือนกับภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอทุกประการ (มีการสะแกนแบบสลับเส้น)

6.3.1 การสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ (Write Mode)

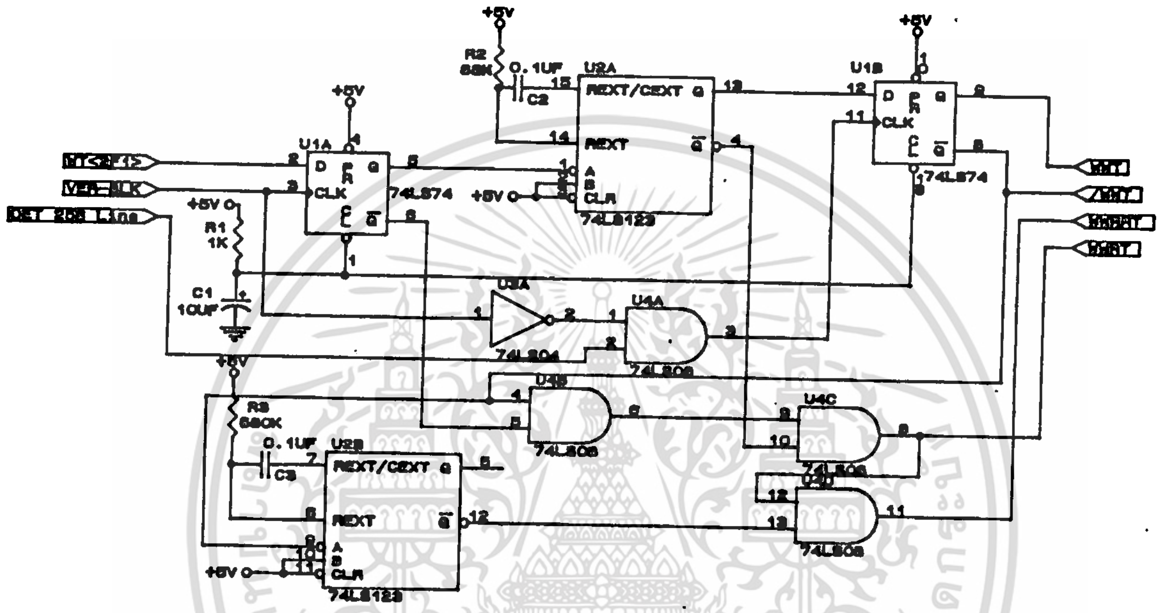
เนื่องจากในโครงสร้างของเครื่องเก็บและแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลนี้ ประกอบด้วยหน่วยความจำวีดีโอแรม สำหรับเก็บข้อมูลภาพสีทั้งสามเพจสี (สีแดง,สีเขียน,สีน้ำเงิน) แยกกันแต่ละสี และแต่ละเพจสีจะมีหน่วยความจำวีดีโอแรมสำหรับเก็บข้อมูลภาพสีเพียงฟิลด์เดียว (ขนาด 512x256 จุดต่อภาพ) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะจัดการเก็บข้อมูลภาพสีเฉพาะภาพที่ต้องการเพียงฟิลด์เดียวกล่าวคือ เมื่อเครื่องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลภาพสี(Write Mode) ในตอนแรกเป็นการนำเอาข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอผ่านวงจรในส่วนของ A/D ,วงจรมัลติเพล็กข้อมูล(Multiplex) และวงจรในส่วนของ D/A ออกสู่มอนิเตอร์แสดงออกเป็นภาพสีที่มีลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้องวีดีโอ ซึ่งในช่วงนี้จะยังไม่มีการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมแต่อย่างใด แต่เมื่อกล้องวีดีโอจับภาพได้ตามต้องการแล้ว จะเป็นขบวนการเก็บภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสีพร้อมกันเฉพาะภาพสีฟิลด์สุดท้ายที่ต้องการเพียงฟิลด์เดียวเท่านั้น โดยมีวงจรควบคุมในส่วนการเขียนข้อมูลภาพสีฟิลด์เดียวและวงจรสร้างสัญญาณควบคุมสวิสซ์เลือกสัญญาณซิงค์ S1 แสดงในรูปที่ 6.5

จากรูปที่ 6.5 สัญญาณอินพุทที่ใช้สร้างสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพสีเพียงฟิลด์เดียวและสร้างสัญญาณควบคุมสวิสซ์เลือกสัญญาณซิงค์ S1 ประกอบด้วยสัญญาณ /WT ,สัญญาณ Ver-Blk และสัญญาณ Det 256 Line

สัญญาณ /WT เป็นสัญญาณแสดงระดับลอจิกในการเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเพื่อความสะดวกในการใช้งานซึ่งทำเป็นซอฟแวร์สวิสซ์ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่งผ่านสัญญาณออกมาทางพอร์ทคอนโทรล (Port Control) ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 6.5 แสดงวงจรสร้างสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพฟิล์ดเดียวและสัญญาณ WWRRT

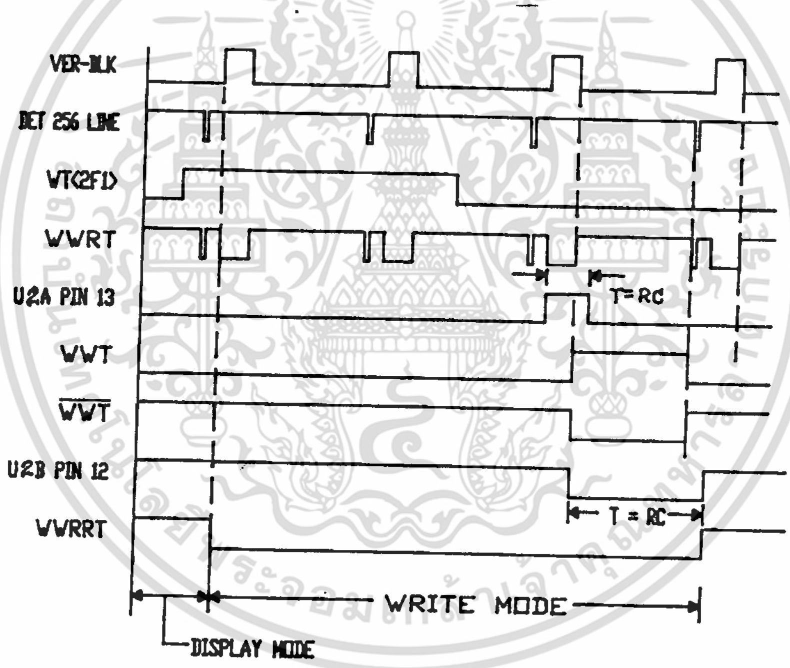
สัญญาณ Ver-Blk เป็นสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์ที่ได้จากไอซี U25A ในรูปที่ 6.5 ใช้เป็นสัญญาณคล็อกแก่วงจรในส่วนนี้

สัญญาณ Det 256 Line เป็นสัญญาณพัลส์ที่แสดงการสะแกนของสัญญาณภาพสีครบ 256 เส้นสะแกน กล่าวคือเมื่อมีสะแกนเขียนอ่านข้อมูลภาพครบ 256 เส้นจะมีพัลส์ออกมาหนึ่งลูก และใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลภาพในวงจรส่วนนี้

จากรูปที่ 6.5 ไอซี U1A เป็นวงจร D-flipflop ทำหน้าที่หน่วงระดับลอจิกของสัญญาณ /WT โดยมีสัญญาณ Ver-Blk พัลส์ลบของสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์(Vertical Blanking)กล่าวคือ ถ้าปกติสัญญาณ /WT (สัญญาณควบคุมการเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีระดับลอจิกเป็น 0 (Low) ทำให้เป็นเอาท์พุทของ U1A เป็น 0 มีผลทำให้สัญญาณ WWT เป็น 0, สัญญาณ /WWT เป็น 1 และสัญญาณ WWRRT เป็น 1 ทำให้เครื่องถูกเซทให้อยู่ในโหมดการแสดงผลภาพ(Display Mode) แต่เมื่อเราต้องการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละเพจสี โดยส่งระดับลอจิกของสัญญาณ /WT เป็น 1 เพื่อเข้าสู่ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสี(Write Mode) ทำให้เอาท์พุทขา 5 ของไอซี U1A (ทำหน้าที่เป็น D-flipflop) มีระดับลอจิกเป็น 1 เมื่อมีพัลส์ขอบขาขึ้นของสัญญาณ Ver-Blk เข้ามาในตอนนี้จะทำให้สัญญาณ WWRRT เป็น 0 ซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมการสับสวิสช์ S1 ในการเลือกสัญญาณซิงค์ที่ได้จากกล้องวีดีโอ



รูปที่ 6.6 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพฟิล์ดเดียว และสัญญาณ WWRRT

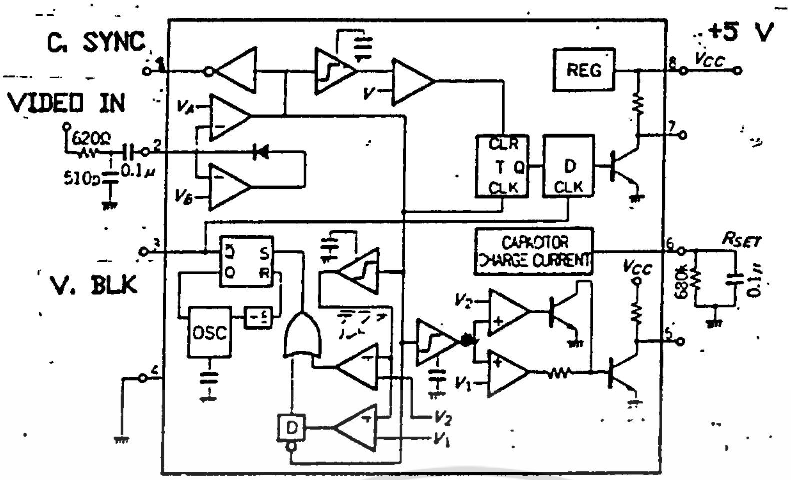
สำหรับการสร้างแอดเดรสให้หน่วยความจำวีดีโอแรม ในตอนนี้จะเป็นการแสดงภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้องวีดีโอ แต่เมื่อได้ภาพตามต้องการแล้ว ซอฟแวร์จะส่งสัญญาณ /WT เป็นระดับลอจิก 0 ออกมาเพื่อเขียนข้อมูลสีในฟิลด์ถัดไปนั่นก็คือ เมื่อระดับลอจิกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ /WT เปลี่ยนจากระดับ 1 เป็น 0 จะทำให้เอาท์พุทที่ขา 5 ของไอซี U1A มีระดับเป็น 0 เมื่อมีพัลส์ลบของสัญญาณ Ver-Blk(สัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์) ซึ่งเป็นการทริก (Trig) การทำงานของไอซี U2A เกิดเป็นพัลส์บวกตามไทม์มิ่งไดอะแกรมรูปที่ 6.6 ซึ่งความกว้างของพัลส์จะขึ้นอยู่กับค่าของ RC โดยความกว้างของพัลส์นี้ต้องมีความกว้างมากกว่าความกว้างของเวอร์-ติคอลแบลงค์ (20 มิลลิวินาที) เนื่องจากสัญญาณคล็อกของไอซี U1B จะทำการตรวจสัญญาณอิน-พุทที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์ที่ขา 3 ของไอซี U4A ทำให้ได้ระดับลอจิกของสัญญาณ WWT เป็น 1 และสัญญาณ /WWT เป็น 0 ซึ่งใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพสีและเมื่อเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมจนครบ 256 เส้นสะแกน จะมีสัญ-ญาณพัลส์เล็กๆที่ขา 3 ของไอซี U4A จะเป็นคล็อกให้กับไอซี U1A และจำเอาข้อมูล 0 ไปปรากฏที่เอาท์พุทขา 9 (สัญญาณ WWT) เป็น 0 และ ขา 8 (สัญญาณ /WWT) เป็น 1 เพื่อเป็นสัญ-ญาณควบคุมให้หยุดเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม แล้วเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมดแสดงผลภาพ (Display Mode) แต่สัญญาณควบคุมการสับสวิสซ์ S1 ยังคงมีระดับลอจิกเป็น 0 อยู่ เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสี ดังนั้นจึงมีการหน่วงเวลาระดับลอจิกของสัญญาณ WWRRT ออกไปอีกช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยไอซี U2B แล้วจึงเปลี่ยนเป็นระดับ 1 เพื่อให้สวิสซ์ S1 เลือกสัญญาณซิงค์จากวงจรสร้างสัญญาณซิงค์(Sync Generator) เพื่อควบคุมการสะแกนการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสีแสดงออกสู่จอมอนิเตอร์ต่อไป

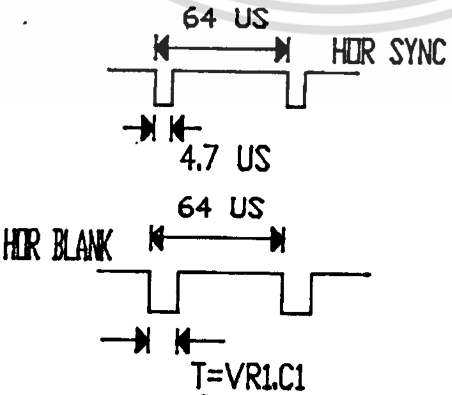
การสร้างแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการเขียนข้อมูลภาพนี้ เพื่อให้การสะแกนแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมให้สัมพันธ์กับข้อมูลภาพสีที่จะใช้เขียน ดังนั้นในโหมดนี้จะใช้สัญญาณซิงค์ที่ได้จากกล้องวีดีโอเป็นสัญญาณควบคุมวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม หรือวงจรนับ(Counter) แต่เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากกล้องวีดีโอเป็นสัญญาณภาพสีรวม (Composite Video) คือมีสัญญาณภาพผสมรวมกับสัญญาณซิงค์และแบลงค์ ดังนั้นจึงต้องมีวงจรในส่วนการแยกสัญญาณซิงค์ โดยใช้ไอซีเบอร์ LM1881N จะได้สัญญาณเอาท์พุทเป็นสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (Vertical Sync) และสัญญาณซิงค์รวม (สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง,แนวนอน และสัญญาณอีควอไลซิ่งซิงค์) ซึ่งเขียนรูปสัญญาณได้ดังไดอะแกรมเวลาในรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.7 รูปแสดงโครงสร้างของไอซี LM1881N

สัญญาณซิงค์รวมในรูปที่ 6.7 เขียนด้วยสัญลักษณ์ C.SYNC จะนำมาสร้างเป็นสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอน(Horizontal Blanking) เนื่องจากวงจรนับ 128 และวงจรนับ 256 จะใช้เป็นการสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรม (WA0-WA14) โดยใช้สัญญาณคล็อกจากการนำเอาสัญญาณนาฬิกาความถี่ 20 MHz มาหาร 8 ได้เป็นสัญญาณความถี่ 2.5 MHz (คาบเวลา 400 นาโนวินาที) นั่นก็คือ วงจรนับ 128 จะนับเพิ่มครั้งละหนึ่งทุกๆการเลื่อนข้อมูลภาพครบ 4 จุด ซึ่งการนับ 128 จะเท่ากับการเก็บข้อมูลภาพครบ 512 จุด โดยมีสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอน ที่ถูกสร้างโดยไอซีโมโนสเตเบิ้ล U9A เป็นสัญญาณการรีเซทของวงจรนับ 128 ให้หยุดนับและให้เอาท์พุท WA0-WA14 อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น 00 เมื่อนับครบ 128 นอกจากนี้สัญญาณเอาท์พุทของไอซี U9A ยังใช้เป็นสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอน แก่จอมอนิเตอร์ในช่วงการนำเอาสัญญาณภาพจากกล้องวีดีโอออกสู่จอมอนิเตอร์(Display Mode) อีกด้วย



รูปที่ 6.8 แสดงการสร้างสัญญาณฮอริซอนทอลแบลงค์ (Horizontal Blanking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นว่าในงานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลภาพสีแต่ละเส้นสะแกนเท่ากับ 512 จุด และต้องเก็บทั้งหมด 256 เส้นสะแกนในแต่ละเพจสี แต่เนื่องจากในระบบโทรทัศน์สีที่ใช้อยู่โดยทั่วไปในระบบพาล (PAL) ซึ่งใช้การสะแกนในแต่ละภาพเท่ากับ 625 เส้น โดยแบ่งเป็น 2 ฟิลด์ (Field) ฟิลด์ละ 312.5 เส้นสะแกน แต่ที่เป็นข้อมูลภาพสีจริงๆเท่ากับ 287.5 เส้นในแต่ละฟิลด์ ส่วนที่เหลือเป็นการสะแกนของการสะบัดกลับทางแนวตั้ง ดังนั้นถ้าต้องการเก็บข้อมูลภาพสีเพียง 256 เส้นสะแกน ต้องมีวงจรควบคุมให้มีการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสีเพียง 256 เส้นสะแกน โดยการนำเอาสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งที่ได้จากไอซี LM1881N มาสร้างเป็นสัญญาณแบลงค์ทางแนวตั้งใช้ไอซี U9A ซึ่งใช้ปรับความกว้างพัลส์ของสัญญาณที่ได้ถูกกำหนดโดยค่าของ RC ในลักษณะเดียวกันกับการสร้างสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอนที่ได้กล่าวไปแล้ว

รูปที่ 6.9 แสดงการสร้างสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์(Vertical Blanking)

วงจรนับ 256 ซึ่งเป็นวงจรนับเส้นสะแกนสัญญาณภาพที่จะเก็บลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม โดยมีสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอนที่ได้จากไอซี U9A เป็นสัญญาณคล็อก เมื่อมีพัลส์ของสัญญาณแบลงค์ทางแนวนอนเข้ามาหนึ่งลูกจะทำให้วงจรนับ 256 นับเพิ่มไปครั้งละหนึ่ง เมื่อการนับครบ 256 จะเป็นการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสี (Page) เท่ากับ 512x256 จุดต่อภาพ และจะมีพัลส์ของสัญญาณแบลงค์ทางแนวตั้งที่ได้จากไอซี U9B เป็นสัญญาณรีเซทวงจรนับ 256 ให้หยุดทำการนับแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม เพื่อป้องกันการเขียนข้อมูลภาพในเส้นที่ 257-287.5 ทับข้อมูลภาพเริ่มต้นของวีดีโอแรม

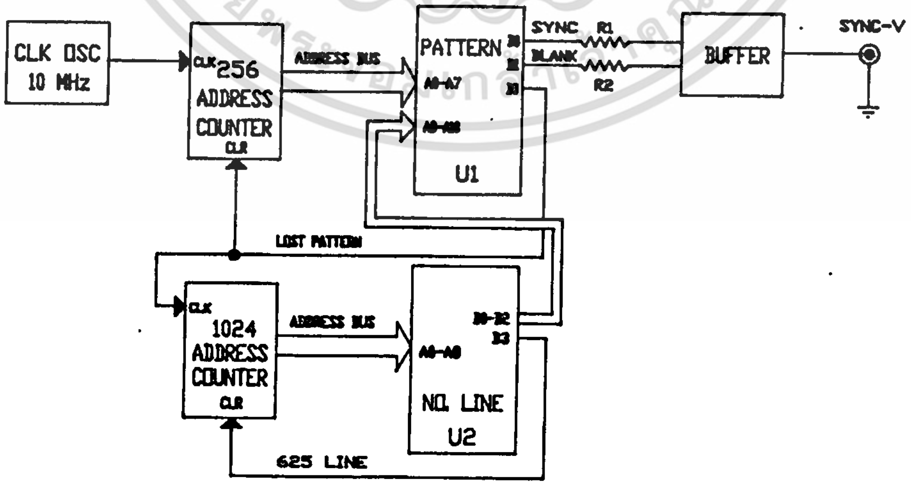
นอกจากนี้สัญญาณแบลงค์ทางแนวนอนและแนวตั้งที่ได้จากไอซี U9A,U9B จะนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างเป็นสัญญาณแบลงค์รวม ในบล็อกไดอะแกรมที่ 6.3 แทนด้วยสัญญาณ /W-blk และนำไปมอดูเลท(Modulate) กับสัญญาณภาพ ในวงจร D/A(เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก) เพื่อเป็นสัญญาณภาพที่ส่งไปแสดงที่มอนิเตอร์ต่อไปและใช้สัญญาณ C.Sync(สัญญาณซิงค์รวม) ที่ได้จากวงจรแยกสัญญาณซิงค์เป็นสัญญาณซิงค์ของมอนิเตอร์ นอกจากนี้สัญญาณแบลงค์ทางแนวตั้ง (Vertical Blanking) ที่ได้จาก U9B ยังใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลภาพในวงจรส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ต่อไป

6.3.2 การสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการแสดงผลภาพสี (Display Mode)

การสร้างแอดเดรสแก่วีดีโอแรมในโหมดการนำเอาข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่จอมอนิเตอร์ ใช้หลักการเดียวกับโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ และเพื่อเป็นการประหยัดอุปกรณ์จึงออกแบบให้ใช้วงจรสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมชุดเดียวกับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพ แต่ใช้สัญญาณซิงค์รวมซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมในส่วนการสร้างแอดเดรสที่สร้างขึ้นเอง ไม่เกี่ยวกับสัญญาณภาพที่มาจากกล้องวีดีโอ



รูปที่ 6.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมการสร้างสัญญาณซิงค์ในโหมดการแสดงผลภาพ(Display)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

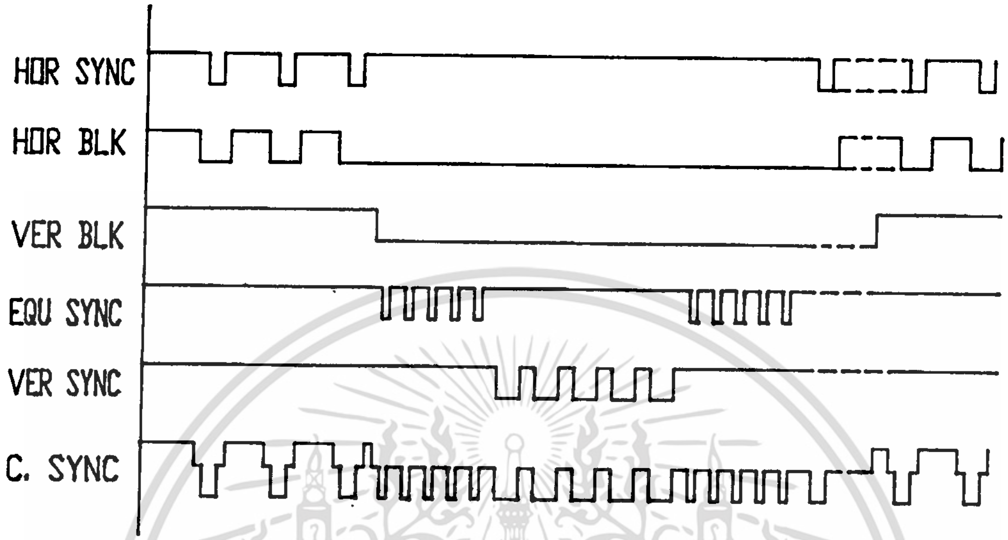
วงจรในส่วนการสร้างสัญญาณซิงค์ในรูปที่ 6.10 ซึ่งเป็นวงจรในบล็อก Sync Generator ในรูปที่ 6.1 นั่นเอง

การสร้างสัญญาณซิงค์นี้ จะใช้สัญญาณคล็อกความถี่ 20 MHz จากวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาที่กล่าวไปแล้วข้างต้น สัญญาณนาฬิกานี้จะถูกหาร 2 เป็นสัญญาณความถี่ 10 MHz เพื่อเป็นคล็อกแก่วงจรนับ 256(สร้างแอดเดรสให้ไอซี U1) ซึ่งเป็นส่วนแอดเดรสให้แก่ไอซี EPROM (Erasable Programmable ROM) U1 สำหรับโปรแกรมรูปแบบ (Pattern) ของสัญญาณซิงค์และแบลงค์ไว้ทั้งหมด โดยแบ่งเป็น บิท D0 เก็บรูปแบบของสัญญาณซิงค์แต่ละรูปฟอร์ม,บิท D2 เก็บรูปแบบของสัญญาณแบลงค์ในแต่ละรูปฟอร์ม ,ส่วนบิท D3 ใช้เก็บข้อมูลเพื่อแสดงให้รู้ว่าได้สะแกนข้อมูลหมดในแต่ละรูปฟอร์มแล้ว

การสะแกนอ่านข้อมูลที่ถูกโปรแกรมไว้ในไอซี EPROM,U1 ซึ่งรูปฟอร์ม(Pattern) ของสัญญาณซิงค์และแบลงค์ จะถูกกำหนดโดยไอซี EPROM ,U2 โดยเก็บข้อมูลในการกำหนดรูปฟอร์มของสัญญาณซิงค์และแบลงค์ในไอซี U1 ให้สัมพันธ์กับการสะแกนของสัญญาณซิงค์ทั้งหมด 625 เส้น โดยใช้ข้อมูลที่ออกจากบิท D3 ของไอซี U1 ซึ่งเก็บข้อมูลเพื่อแสดงว่าการสะแกนอ่านข้อมูลของสัญญาณซิงค์และแบลงค์เสร็จสิ้นในแต่ละรูปฟอร์มแล้ว และนำมาสร้างเป็นคล็อก (Clock) แก่วงจรนับ 1024 เพื่อสร้างแอดเดรสในการสะแกนอ่านข้อมูลที่โปรแกรมไว้ในไอซี U2 และใช้เป็นสัญญาณรีเซทวงจรนับ 256 (เมื่อการสะแกนอ่านข้อมูลเสร็จในแต่ละรูปฟอร์ม) เนื่องจากการโปรแกรมรูปฟอร์มของสัญญาณซิงค์และแบลงค์แต่ละรูปฟอร์มของ U1เริ่มที่แอดเดรส A0 - A7 เป็น 00 และใช้ A8 - A10 เป็นแอดเดรสในการกำหนดรูปฟอร์ม (Pattern) ของสัญญาณซิงค์ ซึ่งโปรแกรมข้อมูลไว้ในบิท D0 - D2 ของไอซี U2 ส่วนข้อมูลที่โปรแกรมไว้ในบิท D3 ของไอซี U2 จะเป็นข้อมูลเพื่อแสดงว่าการสะแกนของสัญญาณซิงค์และแบลงค์ครบ 625 เส้นสะแกนแล้ว ดังนั้นจึงนำมาสร้างสัญญาณรีเซทแก่วงจรนับ 1024 เพื่อให้เริ่มต้นสะแกนสัญญาณซิงค์และแบลงค์ในเส้นที่ 1 ใหม่ และเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาของการสะแกนสัญญาณซิงค์และแบลงค์

การสะแกนพัลส์สัญญาณซิงค์และแบลงค์ที่ออกมาจากเอาท์พุทบิท D0,D1 ของไอซี U1 จะนำมาผสมรวมกันที่ทรานซิสเตอร์ Q1 ได้เป็นสัญญาณซิงค์รวม(Composite Sync) สำหรับเป็นสัญญาณควบคุมการสะแกนแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมและเป็นสัญญาณซิงค์ในการควบคุมการสะแกนข้อมูลภาพที่จอมอนิเตอร์ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) โดยมีลักษณะของสัญญาณดังในไดอะแกรมเวลาข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.11 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณซิงค์และแบลงค์ที่ได้จากวงจรสร้างสัญญาณซิงค์

ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) นี้ จะนำเอาสัญญาณซิงค์รวม (Composite Sync) ที่ได้จากวงจรในส่วนการสร้างสัญญาณซิงค์(Sync Generator) มาใช้เป็นสัญญาณควบคุมการสร้างแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมและนำไปสร้างสัญญาณซิงค์และแบลงค์แก่จอมอนิเตอร์ ในลักษณะเดียวกับการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม (Write Mode) โดยผ่านไอซีสวิทช์เลือกแบบอนาล็อก S1 ในบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 6.1 แทนด้วย บล็อก Analog SW.,S1 ใช้สำหรับเลือกสัญญาณซิงค์ที่ใช้ควบคุมการสร้างแอดเดรสและเป็นสัญญาณซิงค์และแบลงค์ให้แก่จอมอนิเตอร์ เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละโหมดการทำงาน (โหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ (Write Mode) ใช้สัญญาณซิงค์จากกล้องวีดีโอ ,โหมดการอ่านข้อมูลภาพออกจากหน่วยความจำวีดีโอแรม (Display Mode) ใช้สัญญาณซิงค์จากวงจรในส่วนการสร้างสัญญาณซิงค์) จะใช้วงจรสวิทช์เลือกสัญญาณซิงค์ S1 ซึ่งควบคุมการสับสวิสช์เพื่อเลือกสัญญาณซิงค์ด้วยสัญญาณ WWRRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

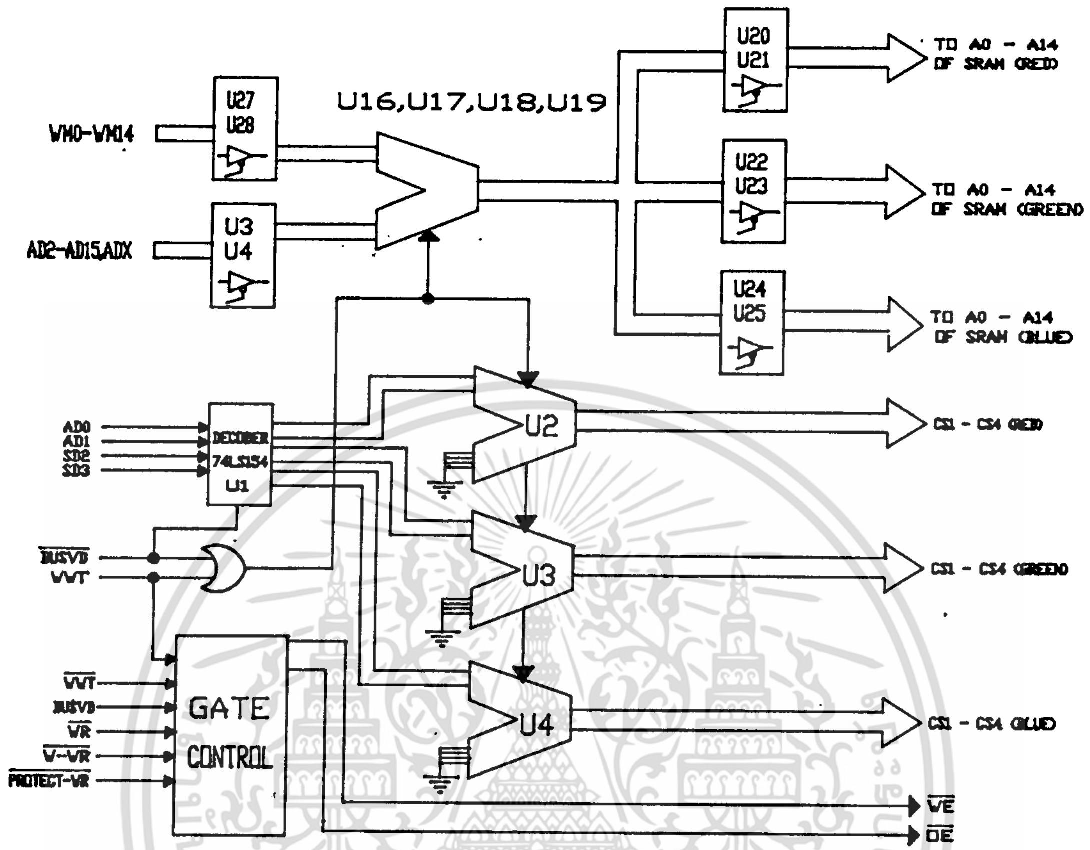
6.4 ส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรม (Video RAM)

วงจรในส่วนหน่วยความจำวีดีโอแรม(Video RAM) นี้เปรียบได้กับเป็นสมองของตัวเครื่อง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาพสีทั้งหมดของตัวเครื่อง (เพจสี แดง, เขียว, น้ำเงิน) โดยข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีจะแยกเก็บไว้คนละชุดกัน (แต่ละเพจสีเก็บข้อมูลภาพสีขนาด 512x256 จุดแต่ละภาพ ใช้พื้นที่หน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบท์ รวมพื้นที่หน่วยความจำทั้งหมดของตัวเครื่องเป็น 384 กิโลไบท์) ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไอซีหน่วยความจำเป็นแบบสเตติกส์แรม (Static RAM) ในไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวมีความจุ 32 Kbytes ดังนั้นในแต่ละเพจสีประกอบด้วยไอซีหน่วยความจำสเตติกส์แรมจำนวน 4 ตัว ในการติดต่อข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมแบ่งการทำงานออกเป็น 3 โหมดดังนี้คือ

- โหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ (Write Mode)
- โหมดการอ่านข้อมูลภาพสีออกสู่มอนิเตอร์ (Display Mode)
- โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interface Mode)

วงจรในส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรมจะอยู่ใน Sheet 4,Sheet5,Sheet 6 ในภาคผนวก ข. วงจรใน Sheet 4 ประกอบด้วย วงจรบัฟเฟอร์(Buffer) และมัลติเพล็ก (Multiplex) สัญญาณแอดเดรส(A0 - A14) ของไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสี, สัญญาณในส่วนการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละตัว(สัญญาณ /CS1 - /CS4) ในแต่ละเพจสีสำหรับการทำงานในโหมดต่างๆของเครื่อง นอกจากนี้ยังมีวงจรในส่วนของวงจรเกทคอน-โทรล (Gate Control) เพื่อสร้างสัญญาณการเขียน (สัญญาณ /WE) และสัญญาณ /OE ให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรม โดยเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังในรูปที่ 6.12 ข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมในส่วนการมัลติเพล็กแอดเดรสและวงจรเกทคอนโทรล

หน้าที่การทำงานของกลุ่มไอซีใน Sheet 4 (ในภาคผนวก ข) หรือ บล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 6.12 เป็นดังนี้คือ ไอซี U27,U28,U3,U4 เป็นไอซีบัฟเฟอร์ เบอร์ 74LS244 ใช้เป็นวงจรแยกสัญญาณแอดเดรสที่ได้จากวงจรสร้างแอดเดรส และสัญญาณแอดเดรสที่มาจากส่วนติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ออกจากแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมและมีไอซี U16,U17,U18,U19 เบอร์ 74LS257 ทำหน้าที่เป็นวงจรมัลติเพล็กแอดเดรสที่มาจากวงจรสร้างแอดเดรสและแอดเดรสที่มาจากส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละโหมดการทำงาน ซึ่งถูกกำหนดโดยสัญญาณ /BUSVD (ที่ได้จากวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์) ออร์เกทกับสัญญาณ WWT (ที่ได้จากวงจรในส่วนการเขียนข้อมูลภาพสีฟิล์ดเดียว) และแอดเดรสที่ได้จะผ่านวงจรบัฟเฟอร์ U20,U21,U22,U23,U24,U25 เป็นไอซีเบอร์ 74LS244 เนื่องจากหน่วยความจำวีดีโอแรมประกอบด้วยไอซีหน่วย

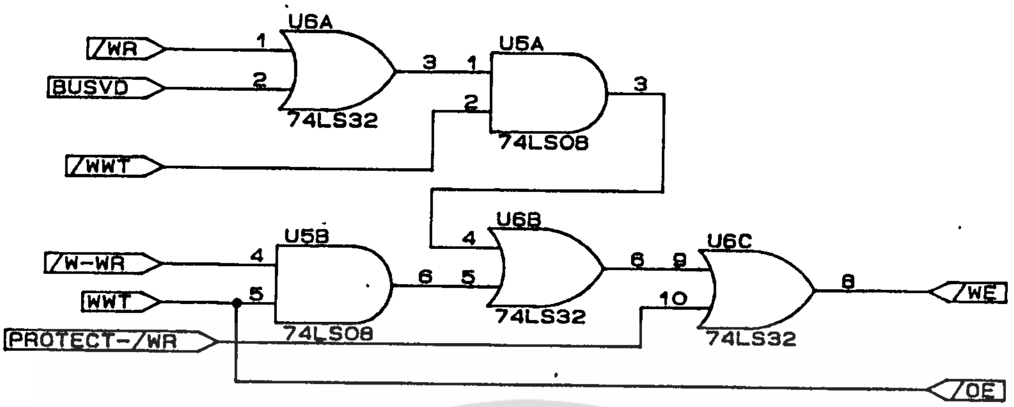
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำหลายตัวเพื่อไม่ให้ระดับสัญญาณแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมมีระดับต่ำเกินไป และเพื่อให้แอดเดรสในแต่ละเพจสีแยกจากกัน(ถ้ามีชุดใดขัดข้องจะไม่มีผลต่ออีกสองเพจสีที่เหลือ) จึงใส่วงจรบัฟเฟอร์เพื่อขับสัญญาณแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรมโดยแยกเป็นสามชุดดังในรูปที่ 6.12 สำหรับไอซี U1 เบอร์ 74LS154 ทำหน้าที่ดีโค๊ดสัญญาณการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ และใช้สัญญาณแอดเดรส AD0,AD1 ที่ได้จากแอดเดรส A0,A1 ของไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อเลือกการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวในแต่ละเพลสีและใช้สัญญาณ SD2,SD3 ที่ได้จากวงจรในส่วนพอร์ทคอนโทรลเป็นตัวกำหนดเพจสี สัญญาณที่ได้ในวงจรส่วนนี้จะนำไปผ่านวงจรมัลติเพล็กเพื่อเป็นสัญญาณการอีนาเบิ้ลไอซีแต่ละตัว(สัญญาณ /CS1 - /CS4) ในแต่ละเพจสี

ไอซี U2,U3,U4 เป็นไอซีมัลติเพล็ก เบอร์ 74LS257 ทำหน้าที่เลือกสัญญาณการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละตัว (/CS1 - /CS4) ในแต่ละเพจสี สำหรับการทำงานในโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ (Write Mode) กับโหมดการแสดงผลภาพสี (Display Mode) จะทำการมัลติเพล็กให้สัญญาณ /CS1 - /CS4 ในแต่ละเพจสีต่อลงกราวด์ เนื่องจากว่าในสองโหมดการทำงานนี้จะทำการติดต่อกับไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมทีละ 4 ตัว ในแต่ละเพจสีพร้อมกัน ส่วนในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์วงจรในส่วนนี้จะเลือกเอาสัญญาณที่มาจากไอซี U1 (ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น) เป็นสัญญาณการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว โดยจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมไอซี U2,U3,U4 จะใช้สัญญาณเดียวกันคือ สัญญาณที่ได้จากการออร์เกท สัญญาณ /BUSVD กับสัญญาณ WWT

ส่วนวงจรเกทคอนโทรล (Gate Cotrol) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับสร้างสัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE เพื่อควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีของหน่วยความจำวีดีโอแรม ดังในรูปที่ 6.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.13 **แสดงวงจรในส่วนการสร้างสัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE**

หน้าที่สำคัญของสัญญาณอินพุทสำหรับวงจรการสร้างสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ สัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE มีดังนี้คือ

1) **สัญญาณ /WR** เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพจากไมโครคอมพิวเตอร์ลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม ซึ่งสัญญาณนี้จะส่งออกมาทางส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการเขียนข้อมูลภาพจะส่งสัญญาณนี้มีระดับลอจิกเป็น 0 แต่เมื่อไม่ต้องการเขียนข้อมูลภาพสีจะให้ สัญญาณ /WR จะเป็น 1

2) **สัญญาณ /BUSVD** เป็นสัญญาณควบคุมการใช้บัสข้อมูล (Data Bus) เมื่อต้องการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยสัญญาณนี้จะได้จากวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ มีลักษณะการทำงานดังนี้คือ ถ้าต้องการให้มีการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพกับไมโครคอมพิวเตอร์ สัญญาณ /BUSVD จะมีระดับลอจิกเป็น 0 เพื่อควบคุมการเปิดเกทให้ไอซี 74LS245 ทำงาน สำหรับเป็นวงจรในส่วนการเชื่อมต่อบัสข้อมูลภาพสีระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับหน่วยความจำวีดีโอแรม แต่ถ้าไม่ต้องการใช้บัสข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์จะให้สัญญาณ /BUSVD มีระดับลอจิกเป็น 1

3) **สัญญาณ WWT ,สัญญาณ /WWT** สัญญาณทั้งสองนี้เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรในส่วนการควบคุมการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมเพียงฟิล์ดเดียว สำหรับในช่วงที่มีการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ สัญญาณ WWT จะมีระดับลอจิกเป็น 1 (สัญญาณ /WWT เป็น 0) แต่เมื่อเขียนข้อมูลภาพสีครบหนึ่งฟิล์ดในสามทั้งเพจสีแล้ว สัญญาณ WWT จะมีระดับลอจิกเป็น 0 (สัญญาณ /WWT มีระดับลอจิก 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเข้าสู่โหมดการแสดงผลภาพสี

4) สัญญาณ /W-WR เป็นสัญญาณพัล์สที่ได้จากวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสให้แก่วีดีโอแรม มีหน้าที่สำหรับเป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพของหน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสี (สี แดง, เขียว, น้ำเงิน) ทุกๆการเลื่อนข้อมูลภาพครบ 4 จุดภาพสี กล่าวคือ เมื่อข้อมูลภาพสีที่จะเขียนลงสู่หน่วยความจำทั้งสามถูกเลื่อนมาจนครบ 4 จุดภาพสีแล้ว(ประมาณ 400 นาโนวินาที (ns)) จะมีพัล์สลบ(Nagative Pulse) หนึ่งลูกจากวงจรในส่วนการสร้างแอด-เดรสแก่วีดีโอแรม สำหรับควบคุมให้ไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวทำการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอพร้อมกันในแต่ละจุดภาพของแต่ละเพจสี

5) สัญญาณ Protect-/WR เป็นสัญญาณแสดงระดับลอจิกที่ได้จากวงจรในส่วนพอร์ทคอนโทรลของวงจรการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ หน้าที่สำคัญของสัญญาณนี้ก็คือ ใช้ป้องกันการเขียนข้อมูลภาพทับข้อมูลภาพสีเดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรม สัญญาณนี้จะมีประโยชน์มากในช่วงที่มีการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพกับไมโครคอมพิวเตอร์ เนื่องจากข้อมูลภาพสีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรมเป็นข้อมูลภาพสีขนาดใหญ่(ขนาด 384 KBYTES) ดังนั้นในการอ่านข้อมูลภาพสีออกจากหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีอาจจะเกิดการเสียหายของข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมได้ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุตัวอย่างเช่น การกระเพื่อมของระดับแรงดันไฟเลี้ยงวงจรทำให้ระดับของสัญญาณควบคุมต่างๆมีค่าเปลี่ยนไป หรืออาจเกิดจากสัญญาณรบกวนจากส่วนต่างๆได้ เนื่องจากตัวเครื่องมีส่วนประกอบของอุปกรณ์จำนวนมากทำให้เกิดสัญ-ญาณรบกวนกันได้ง่าย ซึ่งสาเหตุต่างๆเหล่านี้อาจจะทำให้มีการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม ทำให้ข้อมูลภาพสีเดิมเกิดการเสียหายได้ ด้วยเหตุนี้สำหรับในช่วงที่ไม่มีการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมโดยให้สัญญาณขา /WE ของไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวมีระดับลอจิกเป็น 1 (ไม่มีการเขียนข้อมูลลงสู่ไอซีหน่วยความจำ) ตลอดโดยให้สัญญาณ Protect-/WR มีระดับเป็น 1 จากวงจรสร้างสัญญาณ /WE จะเห็นว่าสัญญาณ Protect-/WR จะเป็นสัญญาณอิน-พุทของวงจรออร์เกทตัวสุดท้าย ดังนั้นถ้าสัญญาณ Protect-/WR มีระดับลอจิกเป็น 1 จะทำให้สัญญาณ /WE มีระดับสัญญาณไม่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณอื่น

สมการของการสร้างสัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE เขียนได้เป็น

/WE = Protect-/WR + [(WWT ./W-WR)

+ (/WWT . (/WR + BUSVD))] ------------------(6-1)

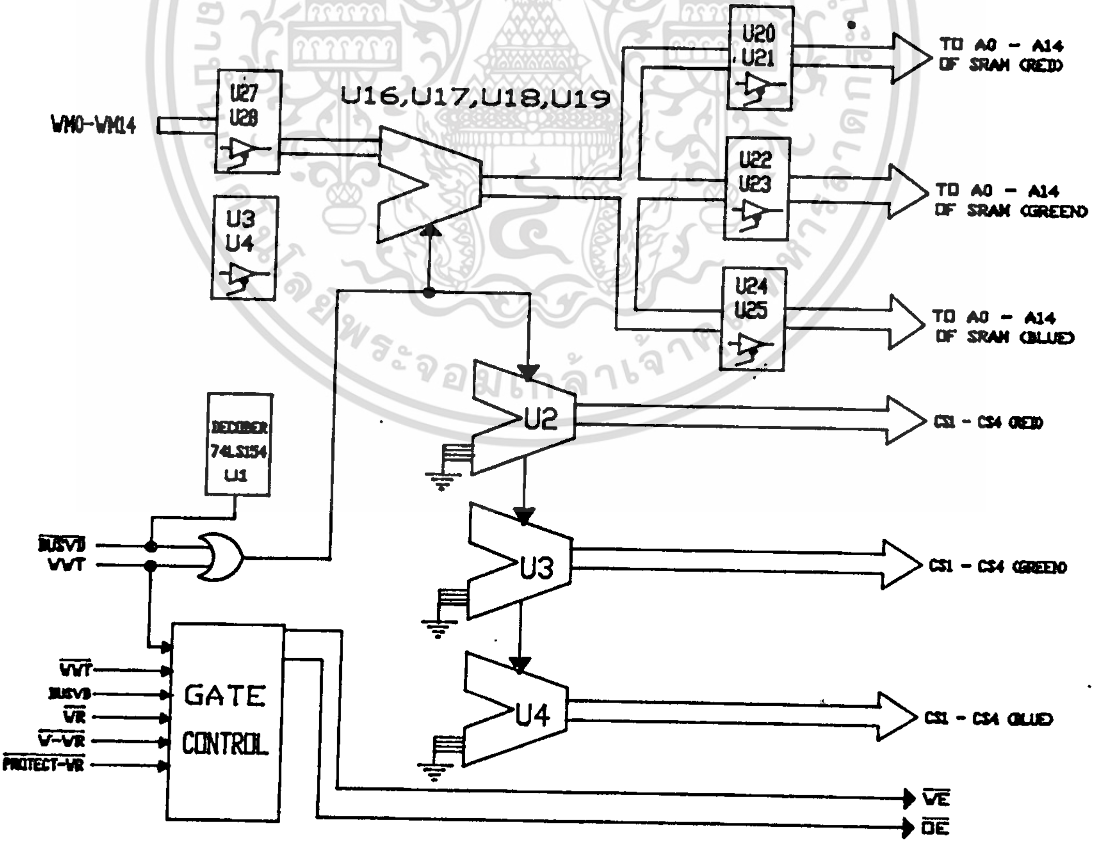
/OE = WWT ------------------(6-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.1 ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ (Write Mode)

ในช่วงที่มีการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมนี้ เพื่อให้การสะแกนของข้อมูลภาพสีที่จะเก็บลงสู่ไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวสัมพันธ์กับแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม ดังนั้นสัญญาณที่ใช้ควบคุมการสร้างแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในช่วงการทำงานนี้จะใช้สัญญาณซิงค์ที่ได้จากวงจรแยกสัญญาณภาพสี (สัญญาณ Sync-Sel) ซึ่งเป็นสัญญาณซิงค์ที่ได้จากกล้องวีดีโอส่งมาพร้อมกับสัญญาณภาพ สำหรับทางเดินของสัญญาณต่างๆที่ใช้ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอแรม(Write Mode)นี้ เขียนได้ดังในรูปที่ 6.14

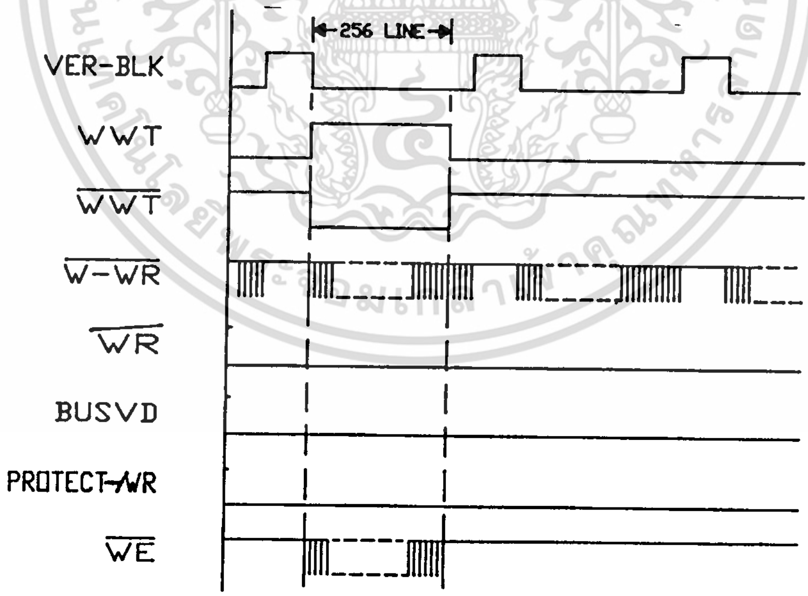
เนื่องจากในผลงานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสี (Color Page) แยกกัน ดังนั้นสำหรับชุดการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีจะถูกแยกจากกัน แต่เนื่องจากในการเขียนข้อมูลภาพสีของหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีจะกระทำพร้อมกัน เพื่อป้องกันผิดพลาดของข้อมูลภาพสีจึงออกแบบให้สามารถใช้ชุดควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลภาพร่วมกัน



รูปที่ 6.14 แสดงทางเดินสัญญาณต่างๆที่ถูกเลือกในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

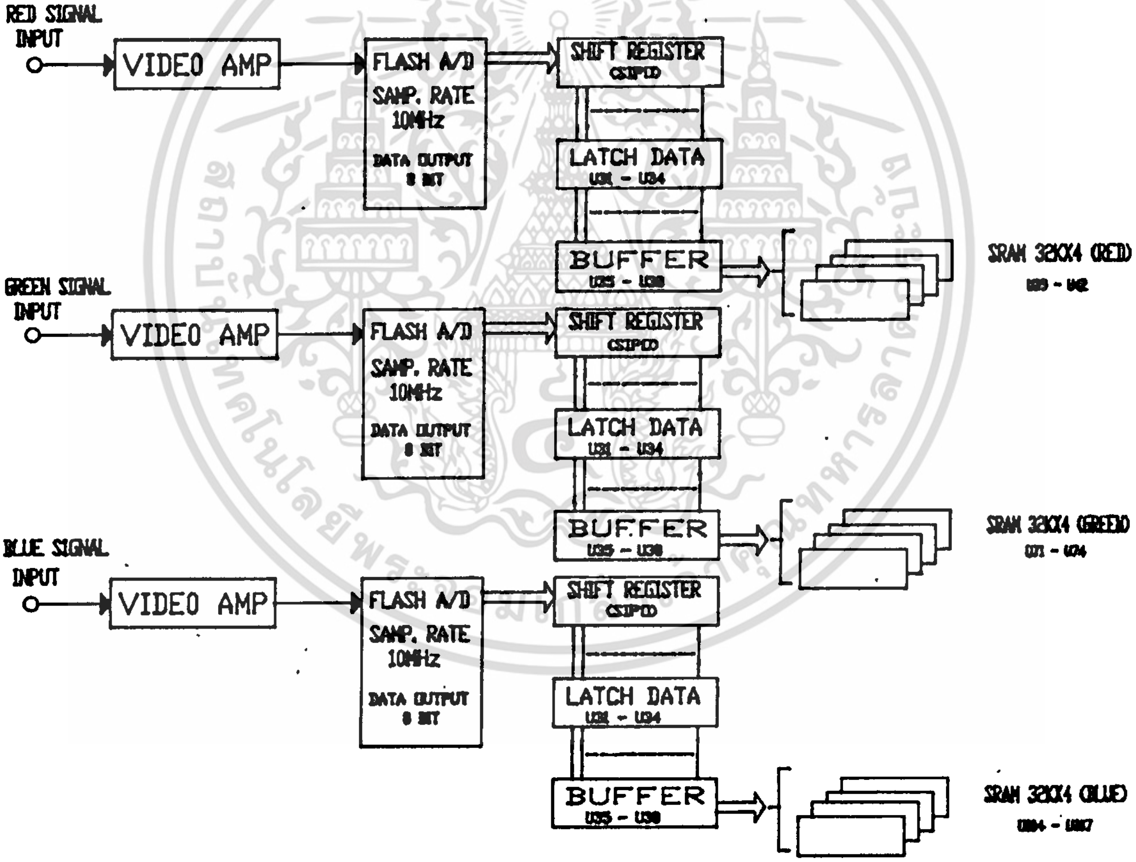
จากในรูปที่ 6.14 จะเห็นว่าสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรต่างๆ สำหรับโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ สำหรับสัญญาณที่ใช้ควบคุมการมัลติเพล็ก (Multiplex) สัญญาณแอดเดรสของวีดีโอแรม(โดยไอซี U16,U17,U18,U19) กับสัญญาณการอีนาเบิ้ล /CS1 - /CS4 สำหรับไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว(โดยไอซี U2,U3,U4) จะใช้สัญญาณ WWT ออร์เกทกับสัญญาณ /BUSVD แต่เนื่องจากในช่วงที่ไม่มีการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์สัญญาณ /BUSVD จะมีระดับลอจิกเป็น 1 ดังนั้นสัญญาณควบคุมการมัลติเพล็กสัญญาณในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับสัญญาณ WWT สำหรับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ จะให้สัญญาณ WWT มีระดับลอจิกเป็น 1 เพื่อเลือกสัญญาณแอดเดรส WM0 - WM14 ซึ่งเป็นสัญญาณที่ได้มาจากส่วนการสร้างแอดเดรส(ใช้สัญญาณซิงค์ที่ได้จากกล้องวีดีโอเป็นสัญญาณควบคุม) เป็นสัญญาณแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรม(A0 - A14) ในแต่ละเพจสี และเลือกสัญญาณการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละตัว(/CS1 - /CS4 ในแต่ละเพจสี) มาที่ตำแหน่งต่อลงกราวด์ทุกตัว เนื่องจากในการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอจะทำการเขียนลงสู่ไอซีหน่วยความจำทุกตัวพร้อมกัน ส่วนการสร้างสัญญาณ /WE และสัญญาณ /OE ในโหมดการทำงานนี้จะเป็นไปตามไดอะแกรมข้างล่าง



<u>รูปที่ 6.15</u> แสดงไดอะแกรมเวลาการสร้างสัญญาณ WE และสัญญาณ OE ในโหมดการเขียนภาพสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไดอะแกรมเวลาในรูปที่ 6.15 ในช่วงที่มีการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสี สัญญาณ WWT จะมีระดับลอจิกเป็น 1 (สัญญาณ /WWT มีระดับลอจิกเป็น 0) และทุกๆการเลื่อนข้อมูลภาพสีครบ 4 จุด จะมีสัญญาณพัลส์สลบ(สัญญาณ /W-WR) ออกมาเพื่อควบคุมให้หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสี เขียนข้อมูลภาพสีที่ละ 4 จุดภาพ ในแต่ละเพจสี (เขียนลงไอซีหน่วยความจำทั้ง 4 ตัวในแต่ละเพจสีพร้อมกัน) โดยในช่วงการทำงานนี้สัญญาณที่ขา /WE ของไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณ /W-WR (ตามในรูปที่ 6.15) ส่วนสัญญาณ /OE ที่ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลภาพของไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมจะถูกควบคุมโดยสัญญาณ WWT (จะมีระดับลอจิกเป็น 1 ตลอดจนกว่าจะมีการเขียนข้อมูลภาพครบ 512x256 จุดในแต่ละเพจสี)



<u>รูปที่ 6.16</u> **แสดงบล็อกไดอะแกรมขบวนการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม**

เนื่องจากในผลงานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะเก็บแยกกันทั้งสามเพจสี (เพจสี แดง,เขียว,น้ำเงิน) ดังในบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 6.16 โดยจะรับเอาสัญญาณภาพสีที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณภาพแบบอนาล็อกมาผ่านวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล หรือในบล็อกไดอะแกรมแสดงด้วยบล็อก A/D (Analog to Digital Converter) ข้อมูลภาพสีที่ได้จะนำมาผ่านวงจรในส่วนการเขียนข้อมูลภาพสีลงไอซีหน่วยความจำในแต่ละเพจสีดังนี้คือ

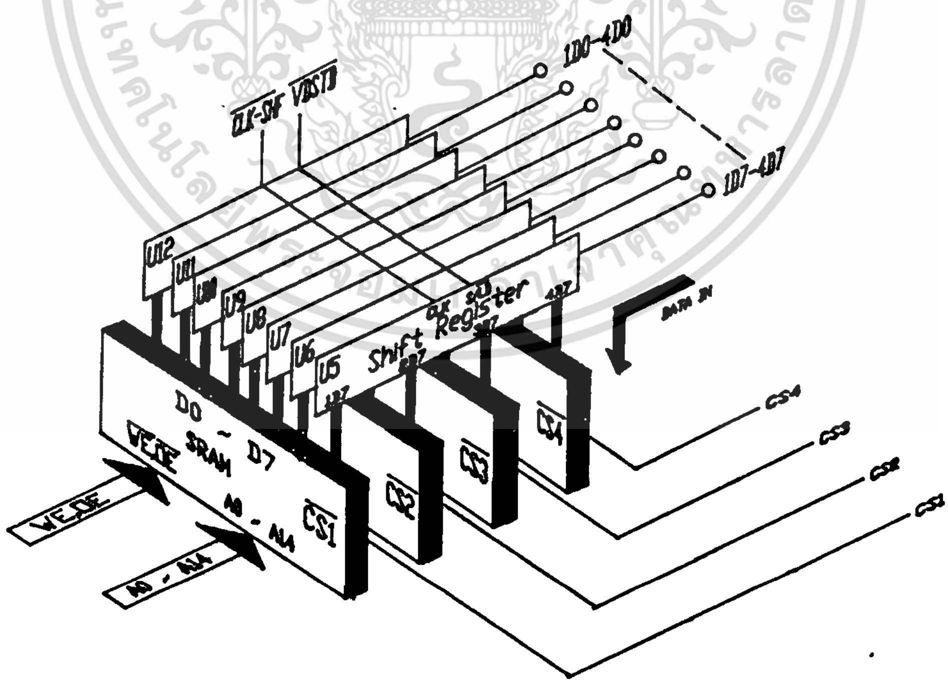
เนื่องจากข้อมูลภาพสีที่ได้จากวงจร A/D มีความเร็วสูงประมาณ 100 นาโนวินาทีในแต่ละจุดภาพ (ใช้สัญญาณคล็อกในการสุ่มข้อมูลในแต่ละจุดภาพขนาด 10 MHz หรือ 100 ns) แต่เนื่องจากถ้าต้องการเก็บข้อมูลภาพสีที่มีความเร็วสูงนี้ลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมที่มีความเร็วปกติ(ในงานวิจัยนี้ใช้ไอซีหน่วยความจำเบอร์ 62256 มีค่า Access Time ประมาณ 250 ns) มีด้วยกันหลายวิธีที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 แต่วิธีที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลภาพที่มีความเร็วสูงให้ได้ความละเอียดของภาพมากควรใช้เทคนิคการเลื่อนข้อมูลภาพ สำหรับในงานวิจัยนี้จะใช้วงจรเลื่อนข้อมูลสำหรับเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีเป็นแบบเลื่อนข้อมูลเข้าแบบอนุกรมและส่งออกแบบขนาน ในรูปที่ 6.16 แสดงด้วยบล็อก Shift Register,SIPO ประกอบด้วยไอซี U23 - U30,U55 - U62,U87 - U94 เบอร์ 74LS164 เมื่อการเลื่อนข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีครบ 4 จุดภาพสี (ใช้เวลา 400 นาโนวินาที)แล้วจะนำข้อมูลภาพสีทั้งหมด 4 จุดภาพในแต่ละเพจสี มาทำการแลชท์ข้อมูลในรูปแสดงด้วยบล็อก Latch Data ด้วยไอซี U31 - U34,U63 - U66,U95 - U99 เบอร์ 74LS374 โดยมีสัญญาณ VDSTB เป็นสัญญาณคล็อกสำหรับควบคุมการแลชท์ข้อมูลภาพสีในแต่เพจสีเมื่อมีการโหลดข้อมูลภาพสีมาในแต่ละครั้ง(ทุกๆ 400 นาโนวินาที) เพื่อหน่วงข้อมูลภาพสีไว้ให้คงอยู่ในช่วงที่มีการเขียนข้อมูลภาพลงสู่ไอซีหน่วยความจำของแต่ละเพจสี

สำหรับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ (Write Mode) ได้ออกแบบวงจรให้มีการทำงานในโหมดนี้ออกเป็น 2 ช่วงการทำงานกล่าวคือ ในช่วงแรกที่ทำงานอยู่ในโหมดการเขียนภาพนี้จะนำเอาข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอมาเปลี่ยนรูปสัญญาณ A/D ผ่านวงจรมัลติเพล็ก และวงจรเปลี่ยนข้อมูลภาพทางดิจิตอลเป็นอนาล็อก D/A ออกสู่มอนิเตอร์ (ดังในรูปที่ 6.1) โดยภาพที่ปรากฏที่จอมอนิเตอร์จะเป็นภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้องวีดีโอ แต่การทำงานในช่วงนี้จะไม่มีการเขียนลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมของทั้งสามเพจสี โดยมีวงจรบัฟเฟอร์ข้อมูล U35 - U38,U67 - U70,U100 - U103 เบอร์ 74LS244 ให้มีสถานะเป็นไตรสเตท (Tristate) เพื่อแยกบัสข้อมูล (Data Bus) ของหน่วยความจำออกจากบัสข้อมูลของวงจรแลชท์ข้อมูลในแต่ละเพจสี สำหรับในช่วงการทำงานนี้ถ้าเราต้องการดูภาพสีเดิมที่เก็บไว้ที่หน่วยความจำวีดีโอแรมก็สามารถทำได้ โดยการรีคอลภาพ (Recall) ซึ่งจะเป็นการสับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์ข้อมูลในส่วนของวงจร D/A ให้นำเอาข้อมูลภาพสีเดิมที่หน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสีออกสู่มอนิเตอร์แสดงเป็นภาพนิ่ง(เป็นการสะแกนอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความวีดีโอแรมทั้งสามเพจสี) เมื่อเสร็จจากการดูภาพที่เก็บอยู่เดิมแล้วก็เลือกสวิทช์มัลติเพล็กข้อมูลให้นำเอาข้อมูลจากกล้องออกสู่มอนิเตอร์เหมือนเดิม เมื่อกล้องจับภาพได้ตามต้องการแล้วจะทำการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำทั้งสามเพจสีพร้อมกัน โดยใช้สัญญาณ WWT ควบคุมให้วงจรบัฟ-เฟอร์ U35 - U38,U67 - U70,U100 - U103 เชื่อมต่อข้อมูลภาพสีระหว่างบัสข้อมูลของหน่วยความจำวีดีโอแรมกับบัสข้อมูลของวงจรแลชท์ข้อมูลในแต่ละเพจสี เพื่อทำการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีต่อไป

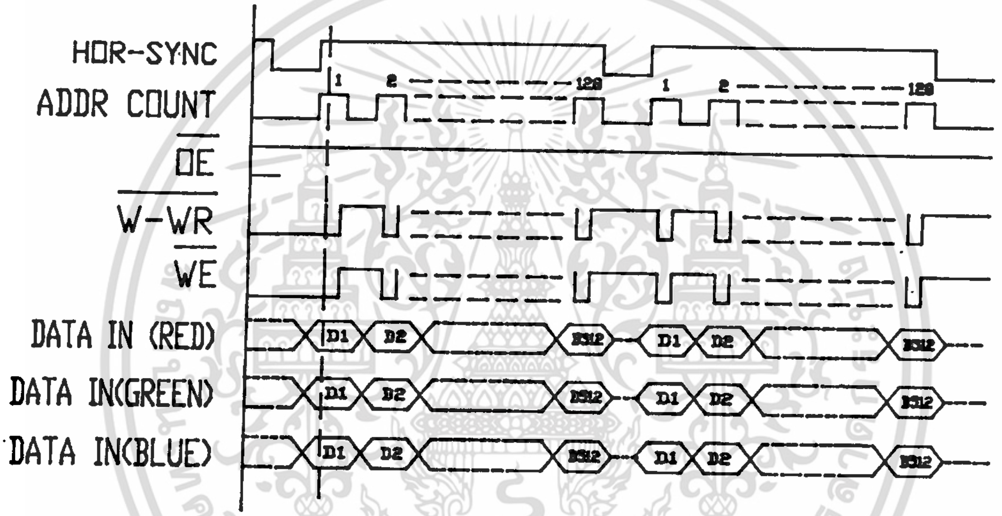
สำหรับการเขียนข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสี จะทำการเขียนข้อมูลภาพสีลงไอซีหน่วยความจำทั้งสี่ตัวพร้อมกันในแต่ละเพจสี ดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมในการนับตำแหน่งของข้อมูลในแต่ละเส้นสะแกนจะนับเพียง 128 (แต่ละแอดเดรสเก็บข้อมูลภาพสี 4 จุดภาพ ลงไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวพร้อมกัน) ซึ่งมีหลักการเก็บข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีได้ดังในรูปที่ 6.17



รูปที่ 6.17 แสดงการจัดการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากลักษณะการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำในแต่เพจสีจะมีลักษณะเหมือนกันจึงแสดงเพียงเพจสีเดียว สำหรับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำในแต่เพจสีเขียนเป็นไดอะแกรมได้ดังในรูปที่ 6.18



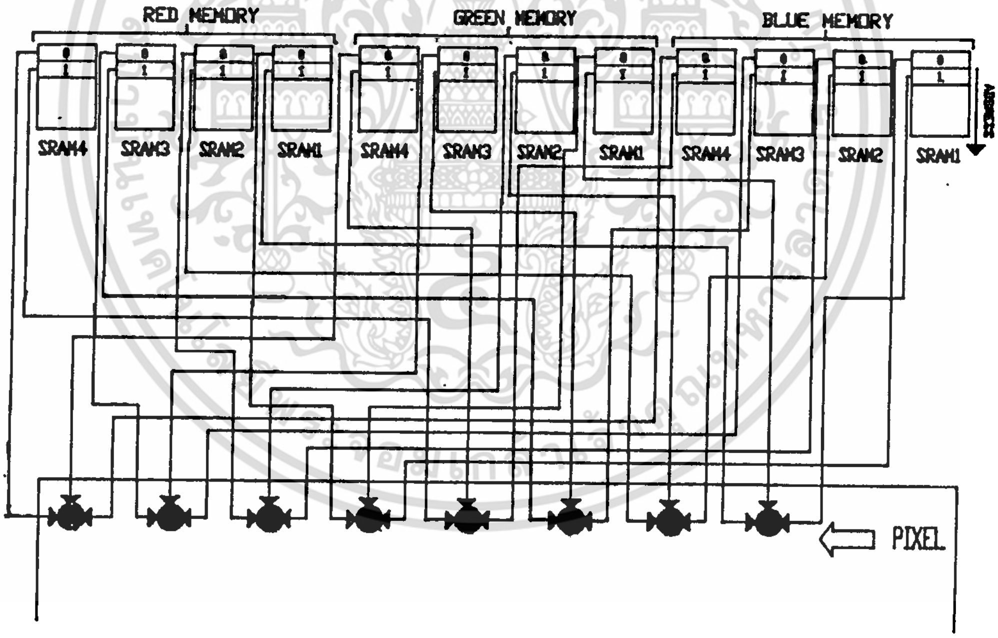
รูปที่ 6.18 แสดงไดอะแกรมเวลาของการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม

เมื่อข้อมูลภาพถูกเก็บลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมจนครบ 512x256 จุดในแต่ละภาพของแต่ละเพจสีแล้วเครื่องจะเปลี่ยนโหมดการทำงานไปอยู่ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.2 โหมดการแสดงผลภาพสี (Display Mode)

ในโหมดการทำงานนี้เป็นการนำเอาข้อมูลภาพสีที่เก็บอยู่ในไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมของแต่เพจสีมาแสดงออกที่จอมอนิเตอร์แสดงเป็นภาพสีซึ่งเป็นลักษณะของภาพนิ่ง การทำงานในโหมดการทำงานนี้จะมีประโยชน์มากเมื่อต้องการดูภาพสำหรับวิเคราะห์รายละเอียดของภาพให้ได้คมชัดมากขึ้น เพราะเนื่องจากการมองภาพเคลื่อนไหวอาจจะเห็นรายละเอียดของภาพได้ไม่ชัดเจนนัก และเพื่อให้การแสดงผลภาพนี้ได้ภาพสีที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์มีความคมชัดเหมือนภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้มีการแสดงผลภาพสีแบบสลับเส้นสะแกน (Interlace Scanning) แต่ทำการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำซ้ำข้อมูลภาพสีเดิม เนื่องจากข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมเป็นข้อมูลภาพสีขนาด 512x256 จุดต่อภาพมีเพียงฟิล์ดเดียว ซึ่งการทำในลักษณะนี้ช่วยทำให้สามารถแสดงผลภาพสีที่จอมอนิเตอร์ได้เป็นภาพสีที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์ขนาด 512x512 จุดต่อภาพ

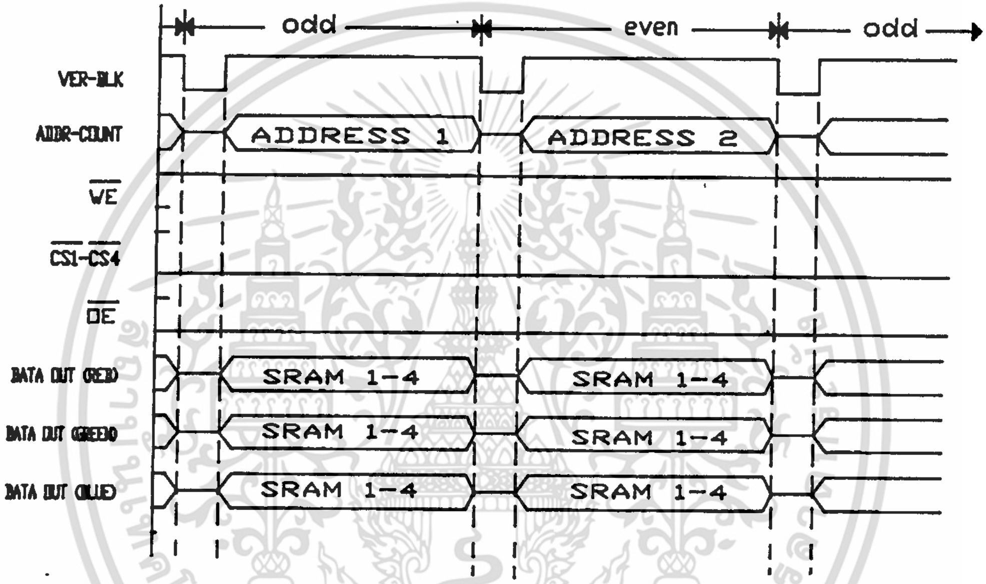


รูปที่ 6.19 แสดงไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่จอมอนิเตอร์ในโหมดการแสดงผลภาพ

สำหรับในโหมดการแสดงผลภาพนี้การสร้างแอดเดรสให้กับหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีจะใช้วงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสชุดเดียวกันกับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพ (Write Mode) ที่ได้กล่าวไปแล้ว จะต่างกันก็เฉพาะส่วนการควบคุมการสร้างแอดเดรสเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

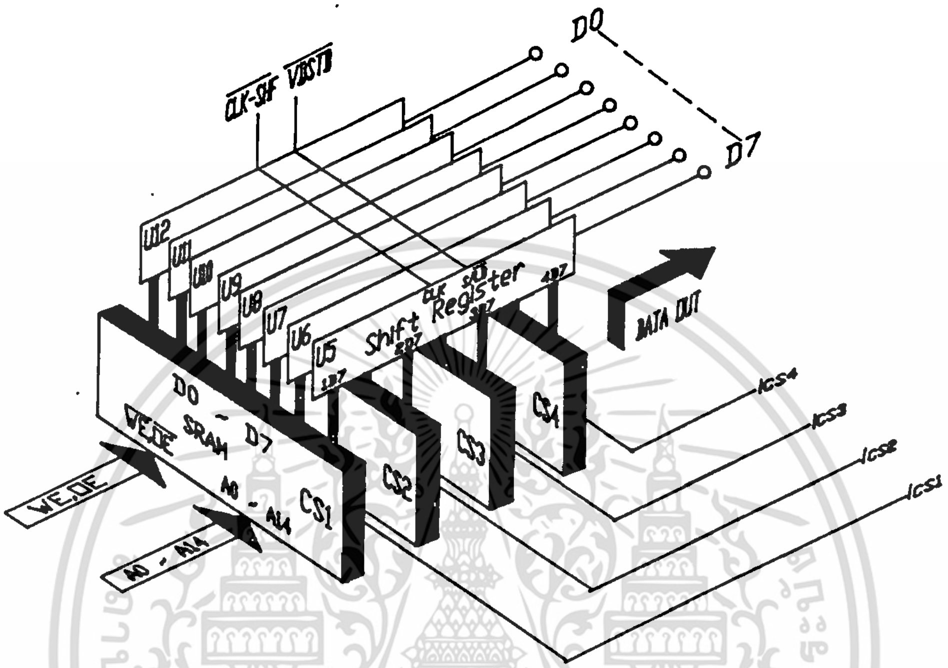
สำหรับในโหมดการทำงานนี้จะใช้สัญญาณซิงค์ที่ได้จากวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรสที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 6.3 ในการทำในลักษณะนี้จะช่วยทำให้การสร้างเครื่องเก็บและแสดงผลภาพทางดิจิตอลนี้มีขนาดเล็กลง (ไม่ต้องทำสัญญาณการสร้างแอดเดรสหลายชุด) และช่วยให้การออกแบบวงจรในส่วนการควบคุมการทำงานได้ง่ายขึ้นโดยไม่ต้องมีวงจรมัลติเพล็กแอดเดรสหลายชุด การทำงานในโหมดการแสดงผลภาพนี้แสดงได้ดังในรูปข้างล่าง



รูปที่ 6.20 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมที่ใช้ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode)

เนื่องจากในการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำในแต่ละเพจสีมีการจัดเรียงข้อมูลภาพต่อๆกันครั้งละ 4 จุดในแต่ละเพจสี กล่าวคือข้อมูลภาพจุดที่ 1,2,3,4 จะถูกเก็บลงสู่ไอซีหน่วยความจำตัวที่ 4,3,2,1 ตามลำดับของแต่ละเพจสี ดังนั้นในการอ่านข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีออกสู่มอนิเตอร์จะต้องมีการจัดเรียงข้อมูลภาพสีให้มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลภาพที่ออกมาจากวงจรในส่วน A/D การจัดเรียงข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีของวงจรเลื่อนข้อมูล (Shift Register) เข้าแบบขนานเลื่อนออกแบบอนุกรม ดังในรูปที่ข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

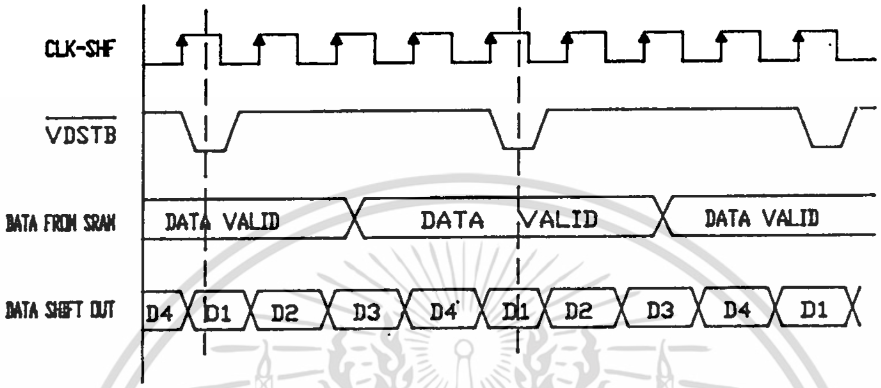


<u>รูปที่ 6.21</u> แสดงการเลื่อนข้อมูลภาพสีออกสู่มอนิเตอร์

จากลักษณะการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรม ในแต่ละเพจสีมีลักษณะเหมือนกันในที่นี้จึงแสดงไว้เพียงเพจสีเดียว และจะเห็นว่าการอ่านข้อมูลภาพสีออกจากไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีจะมีลักษณะเหมือนกับตอนเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ กล่าวคือ จะทำการอ่านข้อมูลภาพสีจากไอซีหน่วยความจำทั้ง 4 ตัวพร้อมกัน ของแต่ละเพจสี(ที่แอดเดรสเดียวกัน) โดยมีสัญญาณควบคุมการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว (สัญญาณ/CS1 - /CS4) มีระดับลอจิกเป็น 0 หรือ Low พร้อมกันทั้ง 4 ตัวในแต่ละเพจสี ส่วนสัญญาณ /OE มีระดับลอจิกเป็น 0 ,สัญญาณ /WE มีระดับลอจิกเป็น 1 (ไม่ให้มีการเขียนลงสู่ไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว) เมื่อข้อมูลภาพสีที่ถูกอ่านออกมาครั้งละ 4 จุดภาพ จะถูกโหลด(Load) มาเข้าวงจร Shift Register ซึ่งถูกควบคุมโดยสัญญาณ/VDSTB และทำการเลื่อนข้อมูลออกแบบอนุกรมทันทีโดยใช้สัญญาณคล็อก Clk - Shf ที่ได้จากวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรส ซึ่งมีความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

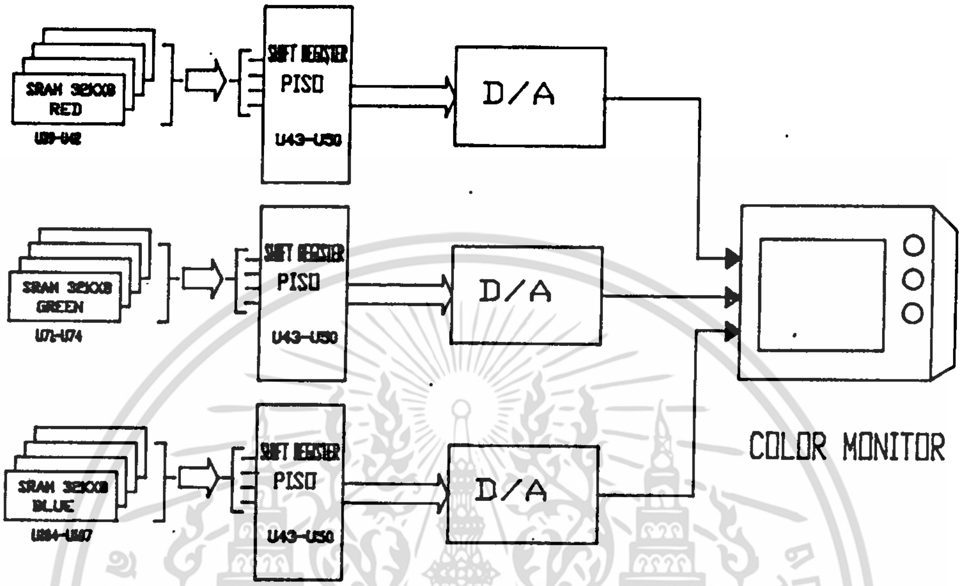
10 MHz หรือ 100 ns ดังนั้นข้อมูลภาพสีที่ได้จึงมีลักษณะเป็นข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลที่มีความเร็ว 100 ns ของแต่ละเพจสี(เหมือนกับข้อมูลภาพที่ออกจากวงจรในส่วน A/D) เขียนเป็นไดอะแกรมเวลาได้ดังในรูปที่ 6.22



รูปที่ 6.22 แสดงไดอะแกรมเวลาของการเลื่อนข้อมูลภาพสีออกจากวงจรเลื่อนข้อมูลภาพสู่มอนิเตอร์

ดังนั้นข้อมูลภาพสีที่ได้จากวงจรเลื่อนข้อมูล(Shift Register) แบบส่งข้อมูลเข้าแบบขนานและเลื่อนข้อมูลออกแบบอนุกรม จะมีลักษณะเรียงต่อกันดังในไดอะแกรมเวลาในรูปที่ 6.22 สัญญาณ Data Shift Out ในไดอะแกรมเวลาที่เขียนเป็น D1,D2,D3,D4 ใช้แทนข้อมูลภาพในแต่ละจุดที่ถูกเลื่อนออกมาจากวงจรเลื่อนข้อมูลภาพของแต่ละเพจสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.23 แสดงการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์

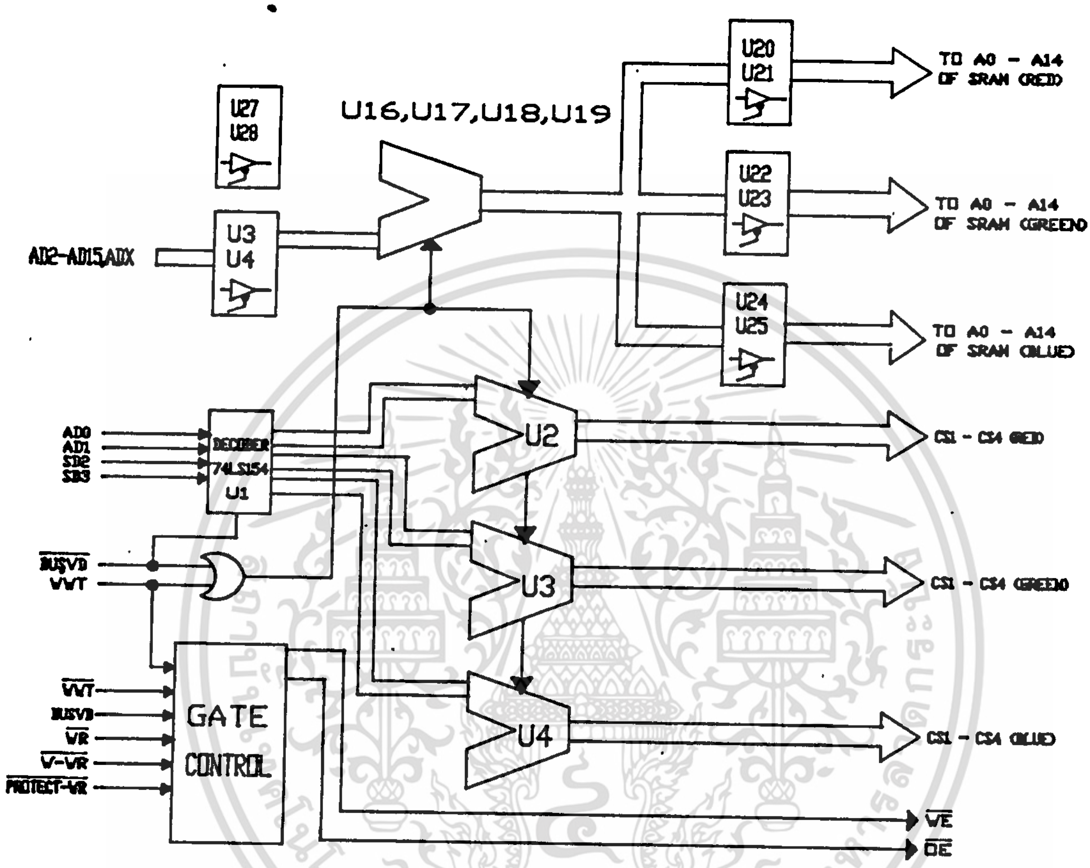
โดยข้อมูลภาพสีนี้จะนำไปเปลี่ยนจากข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อก (แสดงด้วยบล็อก D/A) เพื่อแสดงภาพสีออกสู่มอนิเตอร์ต่อไป

6.4.3 โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interfacing Mode)

การใช้พื้นที่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการทำงานนี้นับว่าเป็นส่วนจำเป็นมากโหมดหนึ่ง เพราะเนื่องจากจะสามารถนำเอาข้อมูลภาพสีที่มีลักษณะเป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอลไปใช้ในการประมวลผลภาพ(Process) ในเชิงดิจิตอลสำหรับสาขาวิชาการต่างๆ ซึ่งในการติดต่อกับพื้นที่หน่วยความจำวีดีโอแรมในโหมดการทำงานนี้จะกระทำได้ก็ต่อเมื่อเครื่องทำงานอยู่ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) เท่านั้น เนื่องจากสัญญาณที่ใช้ควบคุมการมัลติเพล็กแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมและสัญญาณการอีนาเบิ้ล/CS1 - /CS4 จะใช้สัญญาณ WWT ออร์เกทกับสัญญาณ/BUSVD (ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ สัญญาณ WWT เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโหมดการแสดงผลภาพสัญญาณ WWT เป็น 0)



รูปที่ 6.24 แสดงทางเดินของสัญญาณต่างๆที่ถูกเลือกในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

ในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์นี้ สัญญาณ BUSVD นับว่ามีบทบาทมากที่สุดสัญญาณหนึ่งเพราะเนื่องจากเป็นสัญญาณควบคุมการใช้บัสข้อมูลในการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีในการทำงานนี้ด้วย โดยเป็นสัญญาณอินพุทของวงจรในส่วนการสร้างสัญญาณ /WE เป็นสัญญาณสำหรับควบคุมการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรม

สัญญาณอินพุทที่ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการสร้างสัญญาณ /WE ,สัญญาณ /OE สำหรับในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์มีลักษณะและหน้าที่ของสัญญาณดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ WWT, สัญญาณ /WWT ในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะสามารถทำได้เมื่อเครื่องทำงานอยู่ในโหมดการแสดงผลภาพ คือสัญญาณ WWT มีระดับลอจิกเป็น 0 และสัญญาณ /WWT มีระดับลอจิกเป็น 1

สัญญาณ /W-WR เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรในส่วนการสร้างแอดเดรส ใช้สำหรับเป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ ในโหมดการทำงานนี้สัญญาณ /W-WR จะไม่มีบทบาทอะไร จากสมการที่ 6.1 จะเห็นว่าเมื่อสัญญาณ WWT มีระดับเป็น 0 จะทำให้ในเทอมสัญญาณ /W-WR แอนเกทกับสัญญาณ WWT ได้เป็น 0 ตลอดสำหรับการทำงานในโหมดนี้

สัญญาณ /WR เป็นสัญญาณควบคุม โดยไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งออกมาทางวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์(Interface) เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการเขียนอ่านข้อมูลภาพกับหน่วยความจำวีดีโอแรม ถ้าไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการเขียนหรือโหลด (Load) ข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม สัญญาณ /WR จะมีระดับลอจิกเป็น 0 ถ้าต้องการอ่านหรือเซฟ(Save) ข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมไปเก็บไว้ในพื้นหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ที่เตรียมไว้แล้ว จะให้สัญญาณ /WR มีระดับลอจิกเป็น 1

สัญญาณ /BUSVD เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรดีโค้ดแอดเดรส(Address Decoder) สำหรับเป็นสัญญาณควบคุมการใช้บัสข้อมูลในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยในช่วงที่ต้องการใช้บัสข้อมูลสัญญาณ BUSVD จะมีระดับลอจิกเป็น 1 และสัญญาณ /BUSVD มีระดับลอจิกเป็น 0 แต่ถ้าไม่ต้องการใช้บัสข้อมูลระดับของสัญญาณนี้จะมีสถานะกลับกัน(สัญญาณ BUSVD เป็น 1, สัญญาณ/BUSVD เป็น 0)

สัญญาณ Protect -/WR เป็นสัญญาณควบคุมที่ส่งออกมาทางวงจรพอร์ทคอนโทรลของวงจรการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการเขียนข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำวีดีโอในแต่ละเพจสี(เพจสีแดง, เขียน, น้ำเงิน) ในช่วงที่มีการอ่านข้อมูลภาพสีออกจากหน่วยความจำวีดีโอแรมทั้งสามเพจสีไปไว้ยังพื้นที่หน่วยความของไมโครคอมพิวเตอร์ เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีจำนวนมาก(ขนาด 384 KBytes) อาจมีสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ทำให้มีการเขียนข้อมูลภาพทับข้อมูลภาพสีเดิมในหน่วยความจำวีดีโอแรมได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันการเขียนข้อมูลทับข้อมูลภาพสีที่มีอยู่เดิมโดยไม่ตั้งใจ ซึ่งจะให้สัญญาณที่ขา /WE ของไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละตัวมีระดับลอจิกเป็น 1 (ไม่มีการเขียนข้อมูลลงสู่หน่วยความจำ) โดยควบคุมให้สัญญาณ Protect- /WR (อินพุทออร์เกทตัวสุดท้ายของวงจรสร้างสัญญาณ /WE) มีระดับลอจิกเป็น 1 ตลอดเวลาในช่วงที่มีการอ่านข้อมูลภาพสีออกจากหน่วยความจำวีดีโอแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว สำหรับการเก็บข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอของทั้งสามเพจสี จะทำการเก็บข้อมูลภาพสีทีละ 4 จุดภาพ ลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมทั้ง 4 ตัวพร้อมกันในแต่ละเพจสี โดยมีลักษณะเรียงต่อกัน กล่าวคือข้อมูลภาพสีในจุดที่ 1,2,3,4 จะถูกเขียนลงสู่ไอซีหน่วยความจำวีดีโอแรมตัวที่ 4,3,2,1 ตามลำดับและข้อมูลภาพจุดที่ 5,6,7,8 จะเก็บในลักษณะเดียวกันโดยเรียงต่อกัน ดังนั้นการจัดแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมจะนับตำแหน่งสำหรับการเก็บข้อมูลภาพในแต่ละเส้นสะแกนเป็น 128 (เป็นการเก็บข้อมูลภาพขนาด 128X4 = 512 จุดในแต่ละเส้นสะแกน) และนับจำนวนเส้นสะแกน 256

ด้วยเหตุนี้ในการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์ จะต้องทำการเรียงข้อมูลภาพสีให้ถูกต้อง นอกจากนี้จะต้องมีการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลให้ถูกต้อง โดยใช้สัญญาณ AD0,AD1 ซึ่งเป็นสัญญาณการสะแกนแอดเดรส A0,A1 ของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดการอีนาเบิ้ล(Enable,/CS1 - /CS4) ในการทำงานของไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว และใช้ไอซี U1 เบอร์ 74LS154 เป็นวงจรการดีโค๊ด(Decode)สัญญาณ AD0,AD1 สำหรับสะแกนสร้างสัญญาณอีนาเบิ้ล /CS1 - /CS4 และสัญญาณอีนาเบิ้ลบัสข้อมูล /EN1 - /EN4 ตามในรูปที่ 6.24 เพื่อทำให้มีการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว(ในโหมดการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์) เรียงต่อกันจนครบ 4 ตัวก่อนแล้วจึงนับแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมเพิ่มไปทีละหนึ่งและใช้สัญญาณ SD2,SD3 ซึ่งเป็นสัญญาณที่ส่งออกมาทางพอร์ทคอนโทรล (Port Control) ของวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อกำหนดเพจสีของหน่วยความจำวีดีโอแรม สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการเลือกเพจสีสรุปได้ในตารางที่ 6.1

สำหรับแอดเดรสของหน่วยความจำในโหมดการทำงานนี้ จะเลือกเอาสัญญาณแอดเดรสที่มาจากวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์(AD2 - AD15) โดยมีไอซี U16, U17,U18 เบอร์ 74LS257 ทำหน้าที่เป็นวงจรมัลติเพล็กสัญญาณแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรม (A0 - A13) หลังจากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ทำการแยกออกจากกันโดยใช้วงจรบัฟเฟอร์ U20,U21,U22,U23,U24,U25 สำหรับเป็นสัญญาณแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีดังในรูปที่ 6.25 ซึ่งแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรมที่ได้นี้จะสามารถอ้างแอดเดรสได้ 16 Kbytes ในไอซีหน่วยความจำแต่ละตัวรวมเป็นข้อมูลภาพสีทั้งหมดที่สามารถติดต่อได้เป็น 16X4 = 64 Kbytes ในแต่ละเพจสี ดังนั้นจึงต้องเพิ่มสัญญาณ ADX ซึ่งเป็นสัญญาณที่ได้จากการเอาร์พุทพอร์ทโดยผ่านทางวงจรพอร์ทคอนโทรล(Port Control) เพื่อใช้เป็นแอดเดรส A14 ของหน่วยความจำวีดีโอแรม โดยแบ่งเป็นแบลงค์ศูนย์(Blank 0) กับแบลงค์หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Blank 1) (ข้อมูลที่ใช้ควบคุมได้ดังในตารางที่ 6.1)

แบลงค์ศูนย์ (Blank 0)							
A14	A13.......A0	ข้อมูลเลือกชุดหน่วยความจำ				ไอซีหน่วยความจำที่ทำงาน	
ADX	X X	D3	D2	D1	D0	เพจสี(Page)	ตัวที่
0	X X	0	0	0	0		4
0	X X	0	0	0	1	สีแดง	3
0	X X	0	0	1	0	(RED)	2
0	X X	0	0	1	1		1
0	X X	0	1	0	0		4
0	X X	0	1	0	1	สีเขียว	3
0	X X	0	1	1	0	(GREEN)	2
0	X X	0	1	1	1		1
0	X X	1	0	0	0		4
0	X X	1	0	0	1	สีน้ำเงิน	3
0	X X	1	0	1	0	(BLUE)	2
0	X X	1	0	1	1		1

ตารางที่ 6.1a(ต่อ). **แสดงการกำหนดข้อมูลเพื่อควบคุมการติดต่อกับพื้นที่หน่วยความจำของเครื่อง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

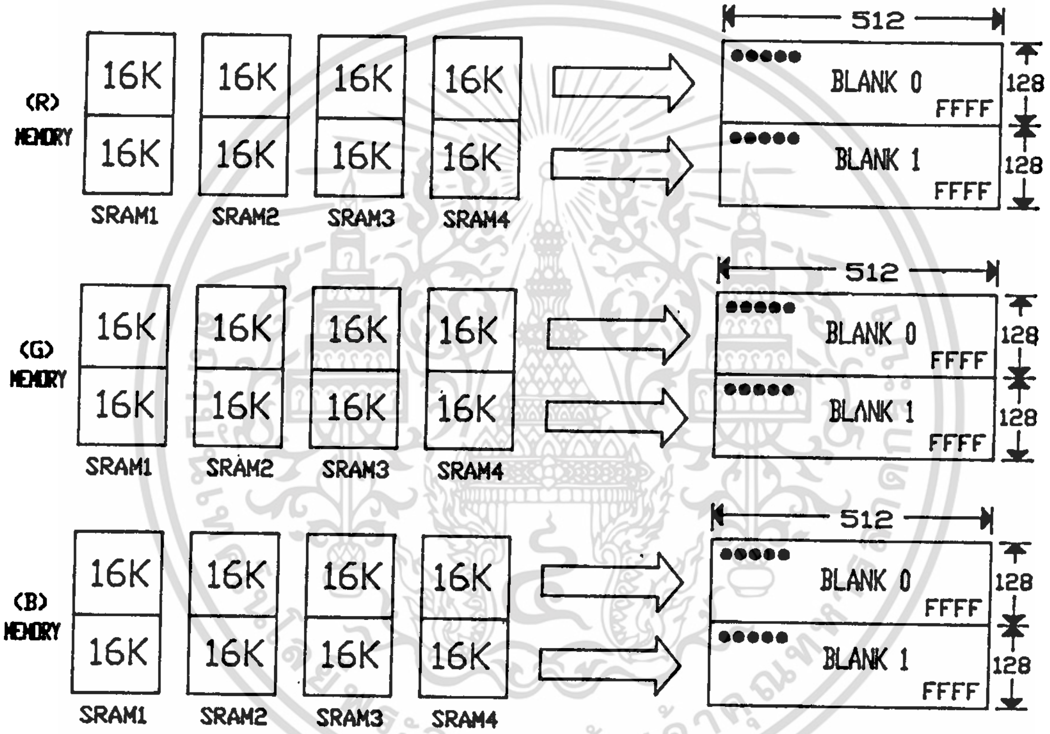
แบลงค์ศูนย์ (Blank 1)							
A14	A13.......A0	ข้อมูลเลือกชุดหน่วยความจำ				ไอซีหน่วยความจำที่ทำงาน	
ADX	X X	D3	D2	D1	D0	เพจสี(Page)	ตัวที่
1	X X	0	0	0	0		4
1	X X	0	0	0	1	สีแดง	3
1	X X	0	0	1	0	(RED)	2
1	X X	0	0	1	1		1
1	X X	0	1	0	0		4
1	X X	0	1	0	1	สีเขียว	3
1	X X	0	1	1	0	(GREEN)	2
1	X X	0	1	1	1		1
1	X X	1	0	0	0		4
1	X X	1	0	0	1	สีน้ำเงิน	3
1	X X	1	0	1	0	(BLUE)	2
1	X X	1	0	1	1		1

ตารางที่ 6.1b(ต่อ) **แสดงการกำหนดข้อมูลเพื่อควบคุมการติดต่อกับพื้นที่หน่วยความจำของเครื่อง**

ในการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่หน่วยความจำบนไมโครคอมพิวเตอร์เพราะในการประมวลผลภาพบางอย่างต้องใช้พื้นที่หน่วย - ความจำบนไมโครคอมพิวเตอร์จำนวนมาก ดังนั้นจึงออกแบบให้มีการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับไมโครคอมพิวเตอร์ครั้งละ 64 Kbytes หรือ หนึ่งเซกเมนต์(Segment) โดยแบ่งเป็นแบลงค์ศูนย์หรือครึ่งจอด้านบน ขนาด 64 Kbytes ของแต่ละเพจสีและแบลงค์หนึ่งหรือครึ่งจอด้านล่าง ขนาด 64 Kbytes ของแต่ละเพจสี



รูปที่ 6.25 แสดงลักษณะการแบ่งพื้นที่หน่วยความจำวีดีโอแรมสำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพกับไมโครคอมพิวเตอร์

สำหรับการเซฟข้อมูลภาพสีจะเริ่มจากข้อมูลภาพสีในเพจสีแดงแบลงค์ศูนย์ไปไว้บนหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์แล้วจึงนำไปเก็บบนพื้นที่หน่วยความจำที่เตรียมไว้แล้วจึงทำการเซฟ(Save) ข้อมูลภาพสีแดงในแบลงค์หนึ่งแล้วนำไปต่อกับข้อมูลภาพสีแดงในแบลงค์ศูนย์ที่เก็บไว้แล้วในตอนแรก(อยู่ในไฟร์เดียวกัน) ส่วนในอีกสองเพจสีก็ทำการเซฟในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่แยกไว้คนละไฟร์กัน แต่การเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะนี้จะเปลืองพื้นที่หน่วยความจำมาก ดังนั้น เพื่อให้ใช้พื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพน้อยลงจึงทำการเก็บในลักษณะร่วมข้อมูลภาพสีในแต่ละจุดของทั้งสามเพจสีไว้เป็นข้อมูลภาพสีชุดเดียวกันทำให้สะดวกแก่การใช้งาน ซึ่งจะขอกล่าวในหัวข้อการใช้งานของซอฟแวร์(Software)

6.5 ส่วนการเปลี่ยนรูปสัญญาณ (Signal Convertor)

วงจรในส่วนนี้เป็นส่วนที่มีความสำคัญมากส่วนหนึ่ง เนื่องจากว่าสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอหรือแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพสีทั่วไป จะให้สัญญาณภาพในลักษณะเป็นสัญญาณแบบอนาล็อก แต่ในการประมวลผลภาพบนไมโครคอมพิวเตอร์จะกระทำได้เฉพาะข้อมูลภาพที่เป็นข้อมูลทางดิจิตอล ดังนั้นวงจรในส่วนนี้จะมีหน้าที่ในการเปลี่ยนรูปสัญญาณอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอล เพื่อให้สามารถนำเอาข้อมูลภาพที่ได้ไปเก็บรักษาไว้บนหน่วยความจำที่เตรียมไว้(ในรูปของข้อมูลทางดิจิตอล) แต่ในการแสดงผลภาพกับจอมินิเตอร์สีทั่วไปจะรับสัญญาณภาพที่เป็นลักษณะของสัญญาณแบบอนาล็อก ดังนั้นเพื่อต้องการนำเอาข้อมูลภาพที่เก็บไว้เหล่านี้แสดงออกสู่มอนิเตอร์สีทั่วไป จะต้องมีวงจรในส่วนการเปลี่ยนรูปข้อมูลภาพทางดิจิตอลเป็นสัญญาณภาพแบบอนาล็อก ด้วยเหตุนี้วงจรในส่วนการเปลี่ยนรูปสัญญาณในงานวิจัยนี้จึงประกอบด้วยวงจร 2 ส่วนคือ

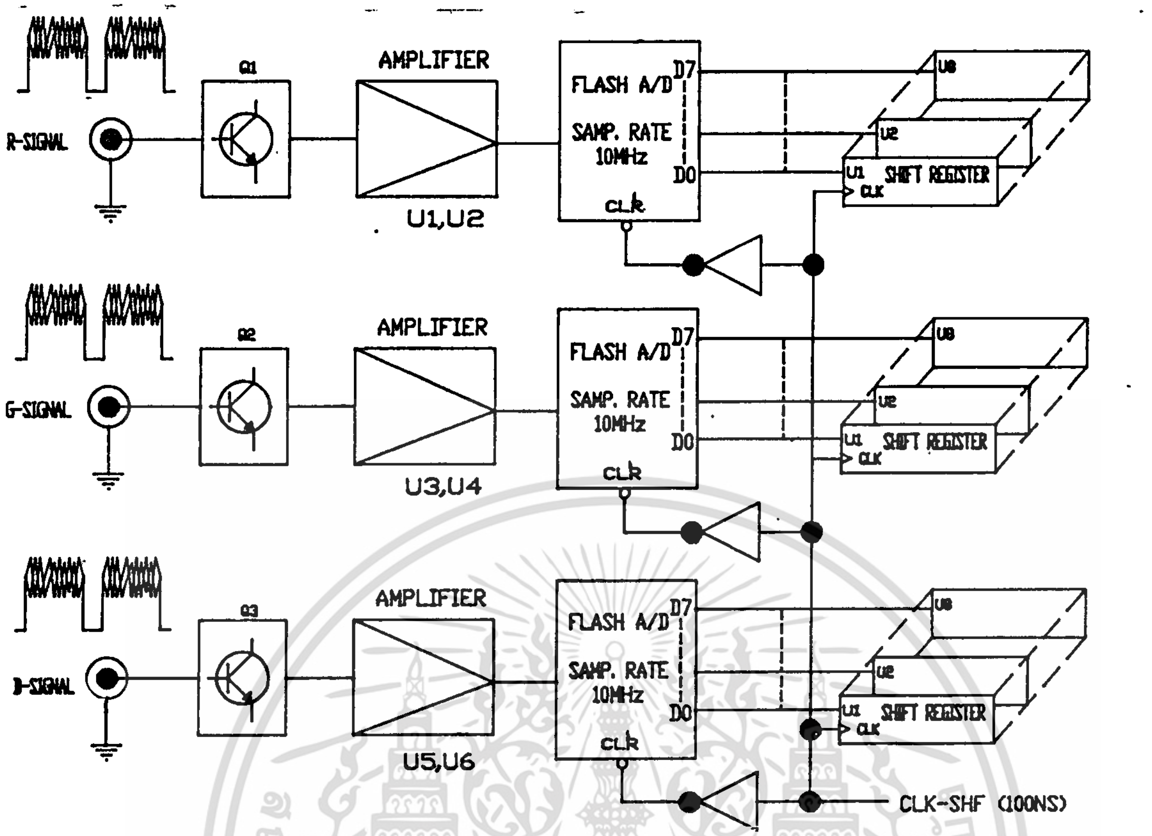
1) วงจรเปลี่ยนรูปสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพสีทางดิจิตอล ในรูปแสดงด้วยบล็อก A/D

2) วงจรเปลี่ยนข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อก แสดงด้วยบล็อก D/A

6.5.1 วงจรเปลี่ยนสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพสีทางดิจิตอล(A/D Convertor)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการเก็บและแสดงข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลในลักษณะแยกเก็บคนละเพจสีกัน ดังนั้นวงจรในส่วนการเปลี่ยนรูปสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลหรือวงจร A/D (ประกอบด้วยวงจร A/D สามชุด) ดังในรูปที่ 6.26 Sheet 1

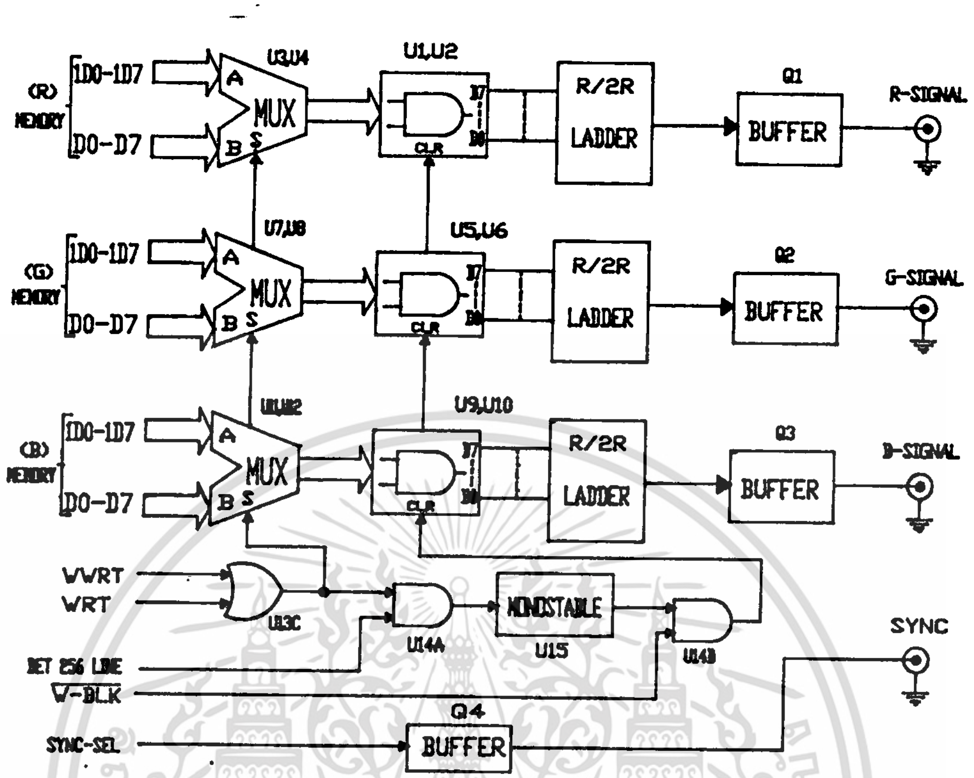
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.26 แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรเปลี่ยนสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอล(A/D)

จากรูปที่ 6.26 จะเห็นว่ามีวงจรในส่วนแยกสัญญาณภาพสี RGB ที่ได้จากวงจรในส่วนการแยกสัญญาณสีกับวงจรในส่วนการเก็บข้อมูลภาพสีออกจากกันโดยวงจรบัฟเฟอร์ Q1,Q2, Q3 เนื่องจากถ้าเกิดมีวงจรภาคใดเกิดการขัดข้องจะไม่มีผลกระทบต่อวงจรในส่วนของวงจรอีกส่วนหนึ่ง สัญญาณที่ได้จะนำมาขยายสัญญาณให้มีขนาดแรงขึ้นและยกระดับสัญญาณให้มีระดับมากกว่าศูนย์โวล์ท (0 โวล์ท) เพื่อให้เหมาะสมสำหรับนำมาเปลี่ยนรูปสัญญาณที่วงจร A/D วงจรที่ใช้การขยายสัญญาณในส่วนนี้แสดงด้วยบล็อก Amplifier U1,U2,U3,U4,U5,U6 เป็นไอซีเบอร์ LM318N สัญญาณที่ได้จะนำไปเปลี่ยนรูปสัญญาณภาพสีที่วงจร Flash A/D U10,U11,U12 เบอร์ CA3318 ของแต่ละเพจสี ซึ่งสามารถทำงานที่ความถี่สูงสุด 15 MHz โดยในแต่ละเพจสีจะใช้สัญญาณคล็อก Clk-Shf ขนาด 10 MHz หรือ 100 ns ที่เป็นสัญญาณเดียวกันตามในรูปที่ 6.26 เพื่อให้ได้ความละเอียดของข้อมูลภาพเป็น 512 จุดภาพ ในแต่ละเส้นสะแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.27 แสดงไดอะแกรมของวงจรในส่วนการเปลี่ยนข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นข้อมูลภาพสีแบบอนาล็อก (D/A)

6.5.2 วงจรเปลี่ยนข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อก (D/A Convertor)

เนื่องจากสัญญาณที่ป้อนให้มอนิเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปเป็นสัญญาณภาพสีทางอนาล็อก ดังนั้นในการแสดงผลภาพที่เก็บอยู่ที่หน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ต้องมีการเปลี่ยนข้อมูลภาพสีเสียใหม่เป็นข้อมูลภาพสีที่มีลักษณะเหมือนกับสัญญาณภาพสีที่มาจากกล้องวีดีโอ ซึ่งวงจรในส่วนนี้ประกอบด้วยวงจรใน Sheet 8 ตามในรูปที่ 6.27

จากไดอะแกรมรูปที่ 6.27 สัญญาณอินพุทที่ใช้สำหรับเปลี่ยนรูปข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นสัญญาณภาพสีทางอนาล็อก (D/A Convertor) มีลักษณะและหน้าที่การทำงานดังนี้คือ

1) สัญญาณ บัสข้อมูล (Data Bus) 1D0 - 1D7 ของแต่ละเพจสี เป็นบัสข้อมูลภาพสีที่ได้จากวงจรในส่วนการเลื่อนข้อมูลภาพในวงจร Sheet 5 (โดยดึงเอาข้อมูลภาพสีใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่ 1 ของวงจรเลื่อนข้อมูลภาพสี หรือ Shift Register ในแต่ละเพจสี RGB) ซึ่งการทำงานในช่วงนี้จะเป็นการนำเอาข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอผ่านวงจร D/A ออกสู่มอนิเตอร์สีแสดงเป็นภาพสีเคลื่อนไหวตามการจับของกล้อง

2) สัญญาณ บัสข้อมูล (Data Bus) D0 - D7 ของแต่ละเพจสี เป็นข้อมูลภาพที่ได้จากวงจรในส่วนของหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสี (RGB) ผ่านวงจรส่งข้อมูลเข้าแบบขนานเลื่อนข้อมูลออกแบบอนุกรม เพื่อให้มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลภาพสีที่ได้จากวงจร A/D สัญญาณที่ได้จากวงจรเปลี่ยนรูปสัญญาณ D/A นี้จะผ่านวงจรมัลติเพล็ก U3,U4,U7,U8,U11, U12 เพื่อเลือกข้อมูลภาพสีที่นำไปแสดงออกที่จอมอนิเตอร์ให้เหมาะสมกับโหมดการทำงาน ซึ่งข้อมูลภาพสีนี้จะใช้เป็นข้อมูลภาพที่แสดงออกที่จอมอนิเตอร์สำหรับการทำงานของเครื่องในโหมดการแสดงผลภาพ(Display Mode) เป็นการสะแกน(Scan) อ่านข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์แสดงเป็นภาพสีอยู่กับที่

3) สัญญาณ WRT เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรพอร์ทคอนโทรล (Port Control) ของวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งสัญญาณนี้จะใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเลือกข้อมูลภาพสีของวงจรมัลติเพล็ก U3,U4,U7,U8,U11,U12 เนื่องจากในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีในช่วงแรกยังไม่มีการเขียนข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีลงในหน่วยความจำวีดีโอแรม ซึ่งในช่วงนี้จอมอนิเตอร์จะเป็นการแสดงภาพสีที่เคลื่อนไหวตามการจับของกล้องสำหรับในช่วงการทำงานนี้ผู้ใช้สามารถดูภาพเก่าที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรม ทโดยทำการรีคอลภาพ(Recall) ซึ่งใช้สัญญาณ WRT (ออร์เกทอยู่กับสัญญาณ WWRT สำหรับในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีมีระดับลอจิกเป็น 0)ให้มีระดับลอจิกเป็น 1 เพื่อเป็นการสับสวิทซ์วงจรเลือกมัลติเพล็ก U3,U4,U7, U8,U11,U12 ให้นำเอาข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์แสดงเป็นภาพนิ่ง แต่เมื่อต้องการแสดงภาพที่ได้จากการจับของกล้องวีดีโอแบบเดิมก็ส่งให้สัญญาณ WRT มีระดับลอจิกเป็น 0 เหมือนเดิม

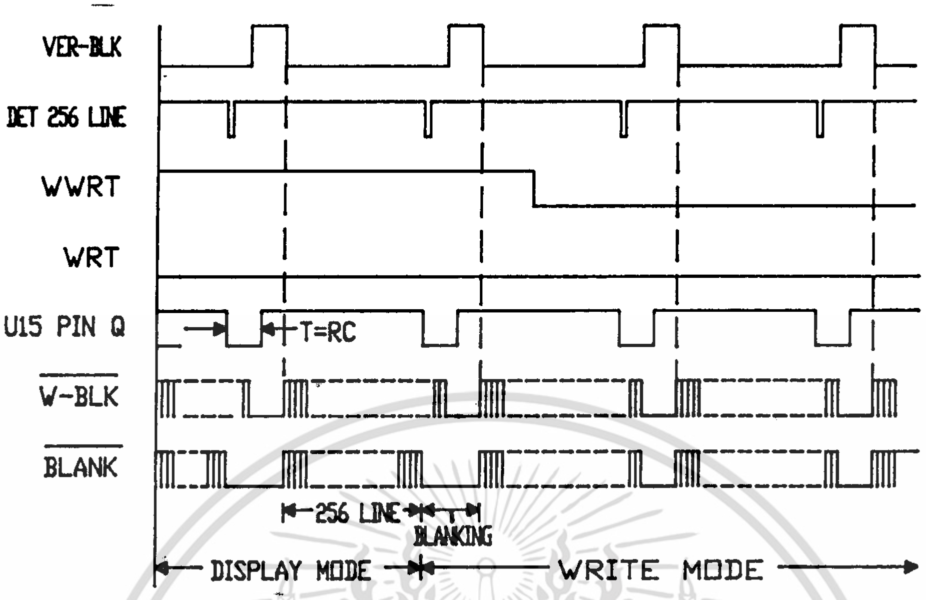
4) สัญญาณ WWRT เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรการควบคุมการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมเพียงฟิล์ดเดียว ซึ่งใช้เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของวงจรการมัลติเพล็กข้อมูลภาพสี สำหรับโหมดการทำงานต่างๆในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอจะเลือกเอาข้อมูลภาพสี 1D0 -1D7 ออกสู่มอนิเตอร์ โดยให้สัญญาณ WWRT มีระดับลอจิกเป็น 0 ส่วนสำหรับในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) จะเลือกเอาข้อมูลภาพสีจากหน่วยความวีดีโอแรม(D0 -D7) ออกสู่มอนิเตอร์ ในช่วงการทำงานนี้จะให้สัญญาณ WWRT มีระดับลอ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิกเป็น 1

5) **สัญญาณ Det 256 Line** เป็นสัญญาณเชคว่ามีการสะแกนเขียนอ่านข้อมูลภาพสีกับหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีครบ 256 เส้นสะแกนแล้ว เนื่องจากว่าในการสะแกนสัญญาณภาพสีในระบบพาล (PAL System) ในหนึ่งภาพเป็นการสะแกนสัญญาณภาพขนาด 625 เส้นสะแกน โดยแบ่งออกเป็น 2 ฟิล์ด ในแต่ละฟิล์ดประกอบด้วยสัญญาณภาพสีขนาด 312.5 เส้นสะแกน และในจำนวนนี้ยังประกอบด้วย สัญญาณที่เป็นข้อมูลภาพเสีย287.5 เส้นสะแกน(ของแต่ละฟิล์ด) ส่วนที่เหลือเป็นการสะแกนสัญญาณแบลงค์ สำหรับในงานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลภาพสีขนาด 256 เส้นสะแกน ฟิล์ดเดียวในแต่ละเพจสี(RGB)แต่สำหรับการแสดงผลภาพสีที่จอมอนิเตอร์ (Display Mode) เพื่อให้ภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์มีความละเอียดของภาพเหมือนการแสดงสัญญาณภาพโทรทัศน์สีทั่วไป จึงออกแบบให้มีการแสดงผลภาพสีมีการสะแกนสัญญาณภาพสีแบบเส้นคู่เส้นคี่ กล่าวคือจะมีการสะแกนอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมของทั้งสามเพจสีสำหรับการสะแกนสัญญาณซิงค์ในฟิล์ดเส้นคี่กับฟิล์ดเส้นคู่จะทำการอ่านข้อมูลภาพสีภาพเดียวกัน ดังนั้นภาพสีที่ปรากฏที่จอมอนิเตอร์จึงเป็นภาพสีขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้สัญญาณ Det 256 Line เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีเมื่อมีการทำงานครบ 256 เส้นสะแกนแล้ว (เมื่อมีการสะแกนของสัญญาณภาพสีครบ 256 เส้นสะแกนแล้วจะมีสัญญาณพัลส์ลบเล็กๆออกมาหนึ่งลูก) โดยสัญญาณ Det 256 Line จะใช้เป็นสัญญาณควบคุมการสร้างสัญญาณแบลงค์ (Blanking) ที่ไอซีโมโนสเตเบิ้ล U15 สำหรับการทำงานในโหมดการแสดงผลภาพ(Display Mode) ให้มีการแสดงสัญญาณภาพสีเพียง 256 เส้นสะแกนในแต่ละฟิล์ด (ข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีเก็บข้อมูลภาพสีฟิล์ดเดียว) ส่วนช่วงที่เหลือจะไม่แสดงผลภาพ (Blank) โดยใช้สัญญาณนี้ไปแอนเกท (AND) กับสัญญาณเอาท์พุทของไอซี U13C เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณพัลส์ลบที่วงจรโมโนสเตเบิ้ลไอซี U15 สำหรับเป็นสัญญาณแบลงค์ข้อมูลภาพสีในการควบคุมการแสดงผลภาพสีที่จอมอนิเตอร์ ซึ่งความกว้างในการสร้างสัญญาณแบลงค์ในส่วนโหมดการแสดงผล(Display Mode) จะกำหนดโดยค่า R1,C1 ที่ไอซีวงจรโมโนสเตเบิ้ล ดังในรูปที่ 6.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.28 แสดงไดอะแกรมเวลาของการแบลงค์(Blank) ข้อมูลภาพสีในโหมดการ-เขียนอ่านข้อมูลภาพสี

6) สัญญาณ /W-BLK เป็นสัญญาณที่ได้จากการสร้างแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรม(Address Generator) ซึ่งเป็นสัญญาณแบลงค์รวม (ฮอร์แบลงค์กับเวอร์แบลงค์) มีลักษณะเป็นพัลส์ลบตามในรูปที่ 6.28 โดยสัญญาณนี้จะนำไปแอนเกทกับสัญญาณสร้างแบลงค์ที่ไอซี U15 เพื่อใช้เป็นสัญญาณแบลงค์ให้แก่มอนิเตอร์ต่อไป

7) สัญญาณ Sync-Sel เป็นสัญญาณซิงค์รวม (Composite Sync) ที่ได้จากวงจรการสร้างแอดเดรสของหน่วยความจำวีดีโอแรม สัญญาณซิงค์รวมนี้จะใช้เป็นสัญญาณซิงค์ในการควบคุมการสะแกนสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ(Write Mode) และโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

จากในรูปที่ 6.27 ข้อมูลภาพสีขนาด 8 บิท ที่ได้จากวงจรมัลติเพล็ก U3,U4,U7,U8,U11,U12 จะนำมาผ่านวงจรแอนเกทเพื่อผสมรวมกับสัญญาณแบลงค์และนำมาเปลี่ยนรูปสัญญาณเป็นสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกโดยวงจรความต้านทาน R/2R ดังในรูปที่ 6.28 สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อกที่มีการเรียงต่อของสัญญาณลักษณะเดียวกับสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ สัญญาณนี้จะใช้เป็นสัญญาณภาพสีที่ส่งป้อนไปยังจอมอนิเตอร์สีโดยมีวงจรทรานซิสเตอร์ Q1,Q2,Q3 ทำหน้าที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์ต่อในลักษณะเป็นวงจรดาลิงตัน (Darlington) เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจ่ายกระแสได้มากขึ้น

6.6 ส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Inteface Mode)

สำหรับวงจรที่ใช้งานในส่วนการทำงานนี้ประกอบด้วย Sheet 4,Sheet 7 เพื่อเป็นการขยายขอบข่ายในการใช้งานของตัวเครื่องให้สามารถใช้งานได้มากขึ้น จึงออกแบบให้ใช้งานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ทั่วไป เช่น IBM PC/XT/AT หรือที่ใช้แทนกันได้หน้าที่การใช้งานของส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์มีดังนี้คือ

1) ไมโครคอมพิวเตอร์จะสามารถใช้พื้นที่หน่วยความจำวีดีโอแรมได้โดยสะดวกที่สุด เสมือนเป็นพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์เอง

2) ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับหน่วยความจำวีดีโอแรม สำหรับนำไปใช้งานในการประมวลผลภาพสีในสาขาวิชาการต่างๆหรืออาจจะต้องการนำเอาข้อมูลภาพสีจากไมโครคอมพิวเตอร์ไปเก็บรักษาไว้ที่หน่วยความจำวีดีโอแรมสำหรับแสดงผลภาพสีที่มอนิเตอร์สีก็สามารถทำได้ โดยผ่านทางส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

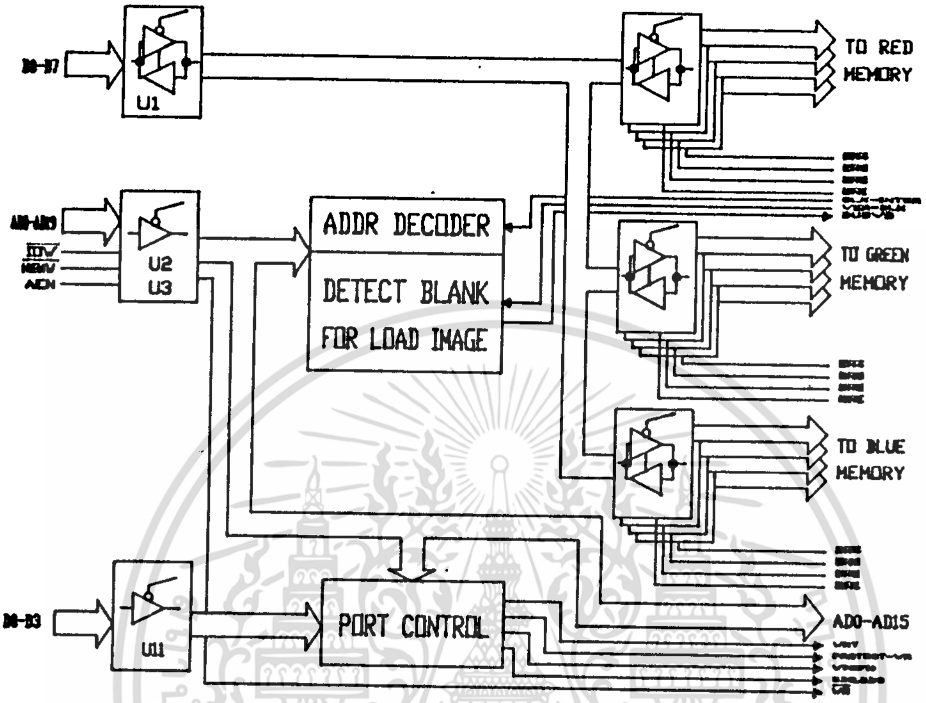
3) เป็นพอร์ทคอนโทรล (Port Control) สำหรับกำหนดโหมดการทำงานต่างๆของตัวเครื่อง

เนื่องจากในผลงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้มีการทำงานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานต่างๆของตัวเครื่อง เพื่อความสะดวกในการใช้งานจึงทำเป็นซอฟแวร์สวิทช์ (Software Switch) ส่งผ่านออกมาทางส่วนพอร์ทคอนโทรลของวงจรติดต่อกับไมโคร-คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดต่อไป สำหรับวงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์นี้เขียนได้ดังในบล็อกไดอะแกรมข้างล่าง

สำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์นี้ จากลักษณะการเก็บข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอมีการเก็บครั้งละ 4 จุดภาพสีลงสู่ไอซีหน่วยความจำทั้ง 4 ตัวพร้อมกันในแต่ละเพจสี ดังนั้นในการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์จึงต้องมีการจัดเรียงข้อมูลภาพสีใหม่โดยใช้สัญญาณการอีนาเบิ้ล /EN1,/EN2,/EN3,/EN4 เป็นสัญญาณการอีนาเบิ้ลการใช้บัสข้อมูลภาพสีในการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ และสัญญาณ /CS1,/CS2,/CS3,/CS4 เป็นสัญญาณการอีนาเบิ้ลการทำงานไอซีหน่วยความจำในแต่ละตัว เนื่องจากสัญญาณการอีนาเบิ้ลทั้งสองนี้ได้จากวงจรในส่วนการดีโค้ด (Decode) สัญญาณ AD0,AD1,SD2,SD3 โดยไอซี U1เบอร์74LS154 ดังในไดอะแกรมรูปที่ 6.29 โดยการแอคทีฟ (Active) หรือให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับลอจิกเป็นศูนย์ แบบเรียงต่อๆกันเพื่อให้การติดต่อข้อมูลภาพสีระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับหน่วยความจำวีดีโอแรมกระทำได้ทีละตัว (ขนาด 8บิท)



รูปที่ 6.29 แสดงบล็อกไดอะแกรมและสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อไมโครคอมพิวเตอร์

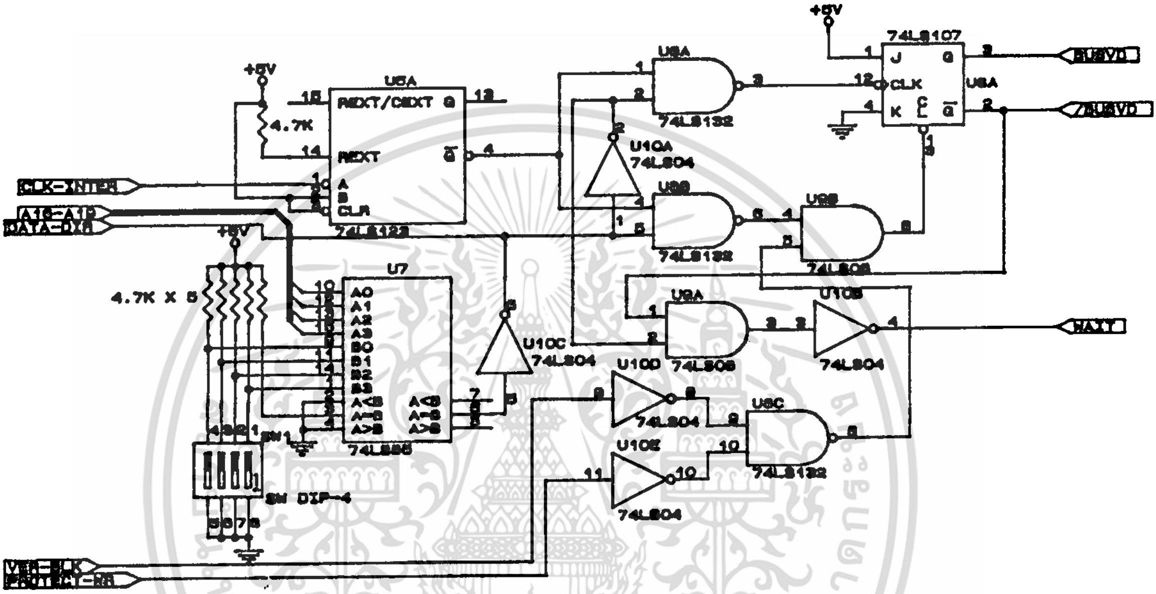
สำหรับวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรในส่วนของการติดต่อกับไมโคร-คอมพิวเตอร์นี้ประกอบด้วยในส่วนต่างๆดังนี้คือ วงจรการดีโค้ดแอดเดรส, วงจรเช็คแบลงค์ และวงจรในส่วนการพอร์ทคอนโทรล

6.6.1 วงจรในส่วนการดีโค้ดแอดเดรส(Address Decoder) และวงจรเช็คแบลงค์(Detect Blank)

วงจรการดีโค้ดแอดเดรส (Address Decode) จะนำเอาสัญญาณแอดเดรส A16-A19 ของไมโครคอมพิวเตอร์ ผ่านวงจรบัฟเฟอร์ U2 ทำการดีโค้ดแอดเดรสที่ไอซี U7 เบอร์ 74LS85 โดยจะทำการเปรียบเทียบสัญญาณแอดเดรส A16,A17,A18,A19 กับค่าที่ตั้งไว้ที่ดิพ-สวิทช์ (Dip Switch) เพื่อเลือกพื้นที่หน่วยความจำบนไมโครคอมพิวเตอร์ในการติดต่อเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย้ายข้อมูลภาพสีได้ตามต้องการ แต่ที่ทดลองใช้งานกับเครื่อง IBM PC/XT/AT กำหนดพื้นที่หน่วยความจำใช้งานไว้ที่ D000:0000 ถึง D000:FFFF (ขนาด 64 KBytes) ซึ่งเป็นพื้นที่หน่วยความจำที่ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ทั่วไปว่างไว้สำหรับผู้ใช้งานอยู่แล้ว



รูปที่ 6.30 แสดงวงจรการดีโค้ดแอดเดรสและเช็คแบลงค์ (Address Decoder and Blank Detect)

ในการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์ มีการทำงานใน 2 ลักษณะคือ

- การย้ายข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมไปไว้บนพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ (การเซฟภาพ (Save))
- การย้ายข้อมูลภาพสีจากพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ไปไว้ที่หน่วยความจำของตัวเครื่อง (การโหลดภาพ (Load))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6.1-1 การเซฟข้อมูลภาพสี (SAVE)

สำหรับในช่วงที่มีการเซฟข้อมูลภาพสีนี้เครื่องจะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อเครื่องทำงานอยู่ในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) ถ้าทำการติดต่อในช่วงที่เครื่องอยู่ในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสี(Writ Mode) จะไม่สามารถทำได้เนื่องจากสัญญาณควบคุมการใช้บัสข้อมูลในส่วนของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์จะไม่ทำงาน(สัญญาณ WWT เป็น 1) นอกจากนี้ในการเก็บภาพสีลงบนพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์(SAVE) มีให้เลือกสองแบบคือเก็บแบบแยกเพจสีไว้คนละไฟร์(File) กัน กับในแบบรวมทั้งสามเพจสีไว้ในไฟร์เดียวกันส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับการเซฟนี้จะขอกล่าวในบทที่ 7 หัวข้อลักษณะและการใช้งานซอฟแวร์ (Software)

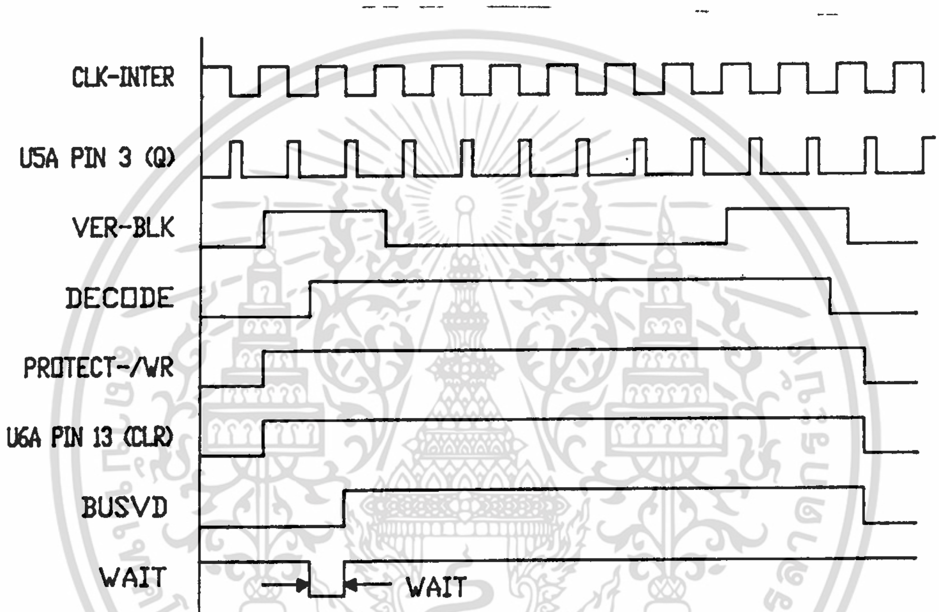
ในโหมดการทำงานนี้จะใช้สัญญาณ Clk-Inter (เป็นสัญญาณคล็อกที่ได้จากวงจรการสร้างแอดเดรสแก่หน่วยความจำวีดีโอแรม เป็นสัญญาณคล็อกความถี่ 2.5 MHz หรือ 400 ns) ใช้เป็นสัญญาณคล็อกแก่วงจรในส่วนการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ในโหมดการอ่านข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยนำมาสร้างสัญญาณพัลส์บวกที่วงจรไอซีโมโนสเตเบิ้ล U5A เบอร์ 74LS123 สัญญาณพัลส์ที่ได้นี้จะนำไปเป็นสัญญาณทริกการทำงานให้แก่ไอซี U6A (ทำหน้าที่สร้างสัญญาณอีนาเบิ้ล BUSVD ในการควบคุมการใช้บัสข้อมูล) เมื่อต้องการเซฟข้อมูลภาพสีไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณแอดเดรสมาให้ตรงกับค่าที่ตั้งไว้ที่ดิพสวิทช์ (Dip Switch) เพื่อทำการถอดระหัส(Decode) ที่ไอซี U7 เบอร์ 74LS85 ได้สัญญาณที่ขา 6 (A=B) มีระดับลอจิกเป็น 1 นำไปแอนเกทกับสัญญาณเอาท์พุทขา Q ของไอซี U5A เพื่อสร้างเป็นสัญญาณทริกการทำงานให้ไอซี U6A ทำให้ได้สัญญาณ BUSVD มีระดับลอจิกเป็น 1 และสัญญาณ /BUSVD มีระดับลอจิกเป็น 0 เพื่อควบคุมการใช้บัสข้อมูลสำหรับในโหมดการทำงานนี้

นอกจากนี้ในการเซฟ(SAVE) ข้อมูลภาพสีเพื่อไม่ให้เสียเวลาในการทำงานดังนั้นในช่วงการทำงานนี้จะออกแบบให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำการอ่านข้อมูลภาพสีกับหน่วยความจำวีดีโอแรมได้ตลอดเวลาโดยไม่คำนึงถึงช่วงแบลงค์ (Blank)เลย โดยการควบคุมให้สัญญาณ Protect-/Wr มีระดับลอจิกเป็น 1 ทำให้เอาร์พุทขา 8 ของไอซี U8C มีระดับลอจิกเป็น 1 (ไม่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณ Ver-Blk) แล้วนำไปสร้างเป็นสัญญาณการรีเซทไอซี U6A รวมกับสัญญาณ Decode (แสดงในรูปที่ 6.31) และสัญญาณขา Q ของไอซี U5A แต่ในโหมดการเขียนอ่านข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์นี้สัญญาณ Decode จะมีระดับลอจิกเป็น 1 เมื่อผ่านวงจรนอทเกท(Not Gate) U10C ได้เป็นสัญญาณระดับลอจิก 0 ทำให้สัญญาณเอาร์พุทขา 6 ของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U8B มีระดับลอจิกเป็น 1 ตลอดเวลาไม่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณเอาร์พุทขา Q ของไอซี U5A ซึ่งทำให้สัญญาณรีเซทขา 13 ของไอซี U6A มีระดับลอจิกเป็น 1 ตลอดช่วงการเซฟข้อมูลภาพสีนี้ ดังในรูปที่ 6.31ข้างล่าง

ดังนั้นในช่วงการเซฟของมูลภาพสีนี้มีการติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีตลอดเวลา โดยไม่คำนึงถึงช่วงที่มีการสะแกนสัญญาณภาพ ทำให้ภาพที่ปรากฏที่จอมอนิเตอร์เกิดเป็นภาพกระพริบบางเล็กน้อย



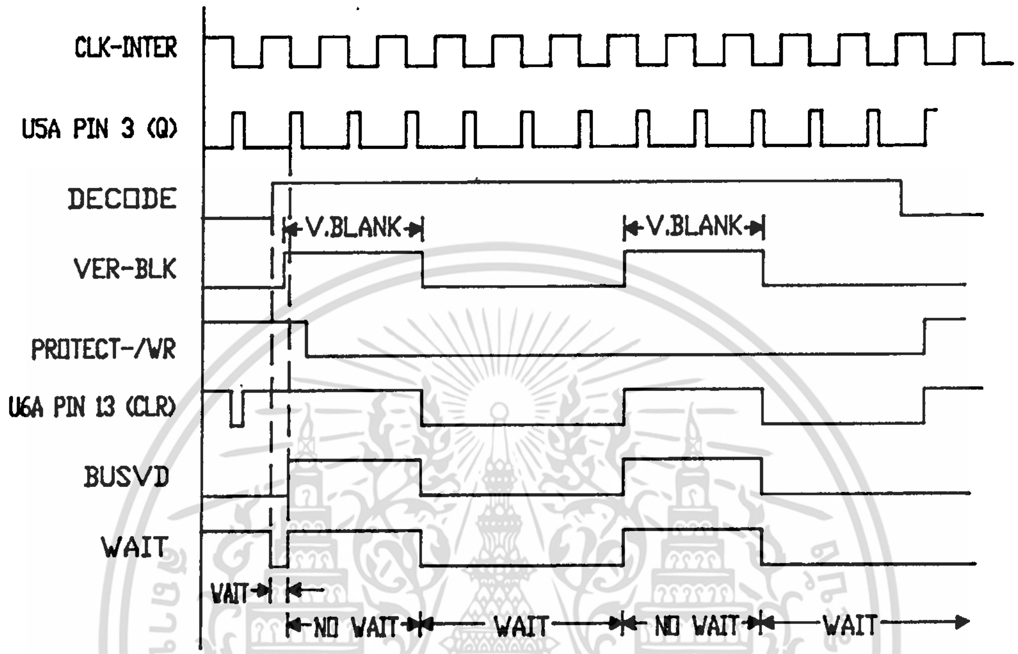
รูปที่ 6.31 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ใช้ในการเซฟ (SAVE) ข้อมูลภาพสี

6.6.1-2 การโหลดข้อมูลภาพสี (LOAD)

ในโหมดการทำงานนี้ไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละตัวในลักษณะเรียงต่อกัน โดยมีสัญญาณการอีนาเบิ้ลการใช้บัสข้อมูล (สัญญาณ /EN1 -/EN4 ของแต่ละเพจสี) และสัญญาณการเลือกการอีนาเบิ้ลไอซีหน่วยความจำแต่ละตัว (สัญญาณ/CS1 -/CS4 ในแต่ละเพจสี) ซึ่งมีการสะแกนมีลักษณะเหมือนกับตอนเซฟข้อมูลภาพที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น แต่สำหรับการทำงานในโหมดนี้ไมโครคอมพิวเตอร์จะเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำเฉพาะในช่วงแบลงค์(สัญญาณ /Ver-Blk มีระดับลอจิกเป็น 1) เพื่อไม่ให้ภาพที่ปรากฏที่จอมอนิเตอร์เกิดการกระพริบ ส่วนสัญญาณ Protect-/WR ในช่วงการทำงานนี้จะมีระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดับลอจิกเป็น 0 ตลอด ดังแสดงในรูปที่ 6.32



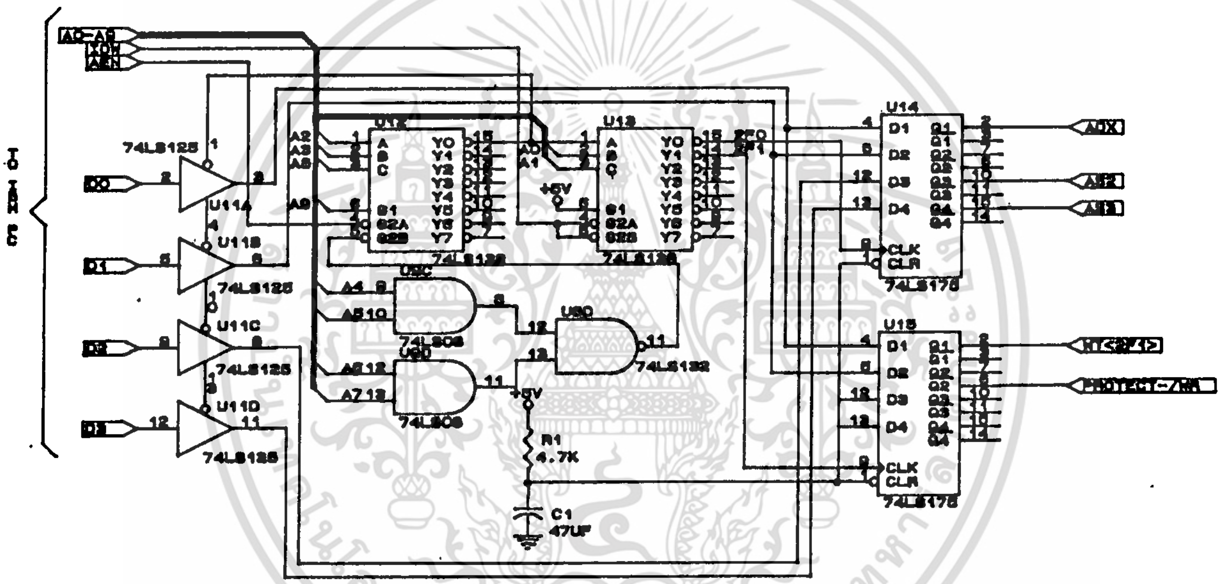
รูปที่ 6.32 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ใช้ในโหมดการโหลดข้อมูลภาพสี

จากในไดอะแกรมรูปที่ 6.32 จะเห็นว่าสัญญาณการใช้บัสข้อมูล (สัญญาณ BUSVD) จะทำงาน(Active เป็น 1) เฉพาะในช่วงที่มีเป็นการสะแกนสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์ (Vertical Blank) เท่านั้น นั่นก็หมายความว่าไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมแต่ละตัวได้ต้องกระทำในช่วงการสะแกนสัญญาณเวอร์แบลงค์เท่านั้น โดยในช่วงที่มีการสะแกนของสัญญาณภาพจะมีสัญญาณ Wait ให้ไมโครคอมพิวเตอร์รอการทำงาน จนกว่าสัญญาณ/Ver-Blk มีระดับลอจิก 1 ไมโครคอมพิวเตอร์จึงจะเขียนข้อมูลภาพสีแทรกเข้าไปได้ ซึ่งการทำในลักษณะนี้จะทำให้ภาพสีที่ปรากฏที่จอมอนิเตอร์จะไม่เกิดการกระพริบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6.2 วงจรในส่วนของพอร์ทคอนโทรล (Port Control)

เนื่องจากจุดมุ่งหมายสำหรับงานวิจัยนี้ เพื่อนำเอาข้อมูลภาพสีที่ได้ไปทำการประมวลผลภาพบนไมโครคอมพิวเตอร์ในสาขาวิชาการต่างๆ และเพื่อความสะดวกในการใช้งานของเครื่องจึงออกแบบให้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานในโหมดการทำงานต่างๆ ซึ่งทำในลักษณะของซอฟแวร์สวิทช์ (Software Switch) มีการส่งผ่านสัญญาณควบคุมต่างๆออกมาทางวงจรพอร์ทคอนโทรลดังในรูปที่ 6.33



รูปที่ 6.33 **แสดงวงจรในส่วนของพอร์ทคอนโทรล**

สำหรับการควบคุมการทำงานของเครื่องในโหมดการทำงานต่างๆ จะใช้วิธีการเอาร์พุทพอร์ท ซึ่งเบอร์พอร์ทที่ใช้เป็น เบอร์ 2F0,2F1 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปจะว่างไว้สำหรับผู้ใช้อยู่แล้ว ส่วนดาต้าพอร์ท(Data Port) จะใช้สัญญาณข้อมูล(Data) D0,D1,D2,D3 ส่งสัญญาณผ่านไอซี U14,U15 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรหน่วงข้อมูล(D-Flipflop) เพื่อทำการหน่วงหรือแลทช์(Latch) สัญญาณควบคุมเอาไว้ สำหรับในส่วนการดีโค้ดเบอร์พอร์ทประกอบด้วย ไอซี U12,U13,U9C,U9D,U8D ดังในรูปที่ 6.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสัญญาณแอดเดรส A0 - A19 และสัญญาณ AEN , IOW ที่ไมโครคอมพิวเตอร์ส่งมาเพื่อดีโค้ดเบอร์พอร์ท 2F0 หรือ 2F1 สัญญาณที่ได้จากการดีโค้ดจะนำไปเป็นสัญญาณการอีนาเบิ้ลให้มีการส่งผ่านสัญญาณ D0,D1,D2,D3 (ดาต้าพอร์ท) ผ่านวงจรแลทช์ข้อมูล U14,U15 เพื่อหน่วงข้อมูลไว้จนกว่าจะมีสัญญาณใหม่เข้ามา สัญญาณควบคุมการทำงานของเครื่องที่ส่งออกมาจากวงจรพอร์ทคอนโทรลประกอบด้วย

1) สัญญาณ ADX เป็นสัญญาณที่ใช้กำหนดข้อมูลภาพสีที่หน่วยความจำวีดีโอแรมว่าเป็นแบลงค์ศูนย์(สัญญาณ ADX เป็น 0) หรือแบลงค์หนึ่ง(สัญญาณ ADX เป็น 1) สำหรับในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

2) สัญญาณ AS2,AS3 เป็นสัญญาณที่ใช้ในการกำหนดเพจสีในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยส่งออกมาทางพอร์ทคอนโทรล 2F0 เหมือนกับสัญญาณ ADX ซึ่งการกำหนดเพจสีโดยสัญญาณ AS2,AS3 จะเป็นไปตามตารางที่ 6.2

2F0				2F1				การกำหนดการทำงาน
D3	D2	D1	D0	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	0	0	0	0	กำหนดโหมดการอ่านข้อมูลภาพในวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์
0	0	0	0	0	0	0	1	แสดงภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้องวีดีโอ
0	0	0	0	0	0	1	0	กำหนดโหมดการเขียนภาพสีจากกล้องวีดีโอลงสู่วีดีโอแรม
0	0	1	0	0	0	0	1	การนำเอาภาพเดิมจากวีดีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์
0	0	0	0	0	0	1	0	การโหลดข้อมูลภาพจากไมโครฯ ลงวีดีโอแรมสีน้ำเงินครึ่งบน
0	0	0	1	0	0	1	0	การโหลดข้อมูลภาพจากไมโครฯ ลงวีดีโอแรมสีน้ำเงินครึ่งล่าง
0	1	0	0	0	0	1	0	การโหลดข้อมูลภาพจากไมโครฯ ลงวีดีโอแรมสีแดงครึ่งบน
1	1	0	1	0	0	1	0	การโหลดข้อมูลภาพจากไมโครฯ ลงวีดีโอแรมสีแดงครึ่งล่าง
1	0	0	0	0	0	1	0	การโหลดข้อมูลภาพจากไมโครฯ ลงวีดีโอแรมสีเขียวครึ่งบน

ตารางที่ 6.2 แสดงข้อมูลที่เอาร์พุทพอร์ทเพื่อกำหนดการทำงานต่างๆของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	0	0	1	0	0	1	0	การโหลดข้อมูลภาพจากไมโครฯ ลงวีดีโอแรมสีเขียวครึ่งล่าง
0	0	0	0	0	0	0	0	การเก็บข้อมูลภาพสีน้ำเงินครึ่งบนจากวีดีโอแรมลงสู่ไมโครฯ
0	0	0	1	0	0	0	0	การเก็บข้อมูลภาพสีน้ำเงินครึ่งล่างบนจากวีดีโอแรมลงสู่ไมโครฯ
0	1	0	0	0	0	0	0	การเก็บข้อมูลภาพสีแดงครึ่งบนจากวีดีโอแรมลงสู่ไมโครฯ
0	1	0	1	0	0	0	0	การเก็บข้อมูลภาพสีแดงครึ่งล่างจากวีดีโอแรมลงสู่ไมโครฯ
1	0	0	0	0	0	0	0	การเก็บข้อมูลภาพสีเขียวครึ่งบนจากวีดีโอแรมลงสู่ไมโครฯ
1	0	0	1	0	0	0	0	การเก็บข้อมูลภาพสีเขียวครึ่งล่างจากวีดีโอแรมลงสู่ไมโครฯ

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) แสดงข้อมูลที่เอาร์พุทพอร์ทเพื่อกำหนดการทำงานต่างๆของเครื่อง

3) **สัญญาณ /WT** สัญญาณนี้จะถูกส่งออกมาทางพอร์ทคอนโทรลเบอร์ 2F1 (ผ่านไอซี U15 เบอร์ 74LS175) โดยใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวเครื่อง กล่าวคือเมื่อต้องการให้เครื่องทำงานในโหมดการแสดงผลภาพ (Display Mode) ก็เอาร์พุทพอร์ทให้สัญญาณ /WT มีระดับลอจิกเป็น 0 หรือ Low เพื่อสร้างสัญญาณควบคุมต่างๆในส่วนการเขียนข้อมูลภาพสีฟิล์ดเดียว ส่วนการทำงานในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ(Write Mode) จะเอาร์พุทพอร์ทให้สัญญาณ /WT มีระดับลอจิกเป็น 1 หรือ High เพื่อให้สัญญาณ WWT เป็น 1 และสัญญาณ /WWT เป็น 0

4) **สัญญาณ Protect -/WR** สัญญาณนี้จะถูกเอาร์พุทพอร์ทออกมาทางพอร์ท 2F1 เหมือนกับสัญญาณ /WT แต่ใช้ดาต้าพอร์ทคนละเบอร์กัน (D1) สัญญาณนี้จะใช้ป้องกันการเขียนข้อมูลทับข้อมูลภาพสีเดิมในหน่วยความจำวีดีโอแรม (สำหรับโหมดการทำงานที่มีการอ่านข้อมูลภาพสีออกจากหน่วยความจำวีดีโอแรม) โดยไม่ตั้งใจ เช่นเกิดจากสัญญาณรบกวนต่างๆเนื่องจากตัวเครื่องเป็นระบบใหญ่มีอุปกรณ์ประกอบจำนวนมากทำให้เกิดสัญญาณรบกวนจากส่วนต่างๆได้ง่าย เมื่อต้องการป้องกันการเขียนข้อมูลทับข้อมูลภาพสีเดิมจะเอาร์พุทพอร์ทให้สัญญาณ Protect-/Wr มีระดับลอจิกเป็น 1 ซึ่งจะทำให้สัญญาณที่ขา /WE มีระดับลอจิกเป็น 1 ตลอดเวลาที่มีการอ่านข้อมูลภาพสีออกจากหน่วยความจำวีดีโอแรม ส่วนในการทำงานในโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ(Write Mode) จะเอาท์พุทพอร์ทให้สัญญาณ Protect-/WR มีระดับลอจิกเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
โปรแกรมการใช้งานของเครื่อง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงคุณสมบัติของตัวเครื่องที่ออกแบบและสร้างขึ้น ตลอดจนลักษณะการใช้งานโปรแกรมของเครื่อง

7.1 ลักษณะคุณสมบัติ

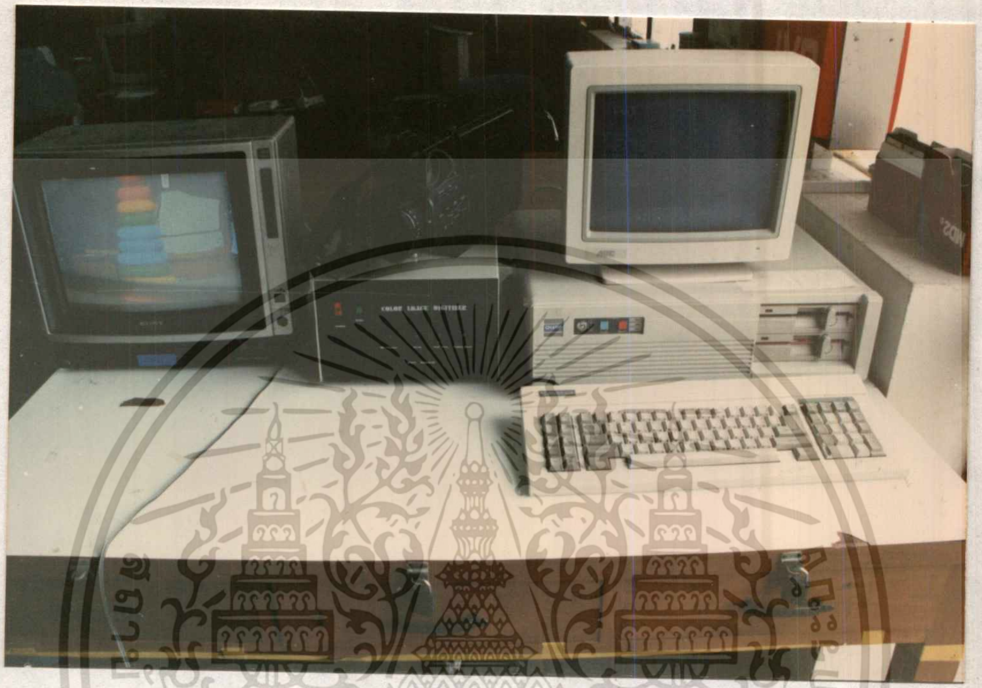
ลักษณะคุณสมบัติทั่วไปของตัวเครื่องที่สร้างมีดังต่อไปนี้:-

- ความถี่ที่ใช้ในการสุ่ม(Sampling) ข้อมูลภาพสีขนาด	10	เมกกะเฮิร์ท
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภาพเพจสีแดงขนาด	128	กิโลไบท์
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภาพเพจสีเขียวขนาด	128	กิโลไบท์
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภาพเพจสีน้ำเงินขนาด	128	กิโลไบท์
- เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพสีแต่ละภาพ	1/50	วินาที
- ขนาดของภาพสีที่แสดงที่มอนิเตอร์แต่ละเพจสี	512x512	จุดต่อภาพ
- สามารถแสดงระดับสี	16,777,216	สี
- พื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน	64	กิโลไบท์

- สัญญาณอินพุทเป็นแบบอนาล็อกคอมโพสิทวีดีโอและแบบสัญญาณ RGB
- สัญญาณเอาท์พุทแบบอนาล็อก RGB
- ใช้งานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT/AT หรือที่ใช้งานแทนกันได้

รูปที่ 7.1 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.2 แสดงการต่อใช้งานของเครื่อง

7.2 โฟล์ชาร์ทการทำงาน

จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นสำหรับการทำงานของเครื่องแบ่งการทำงานออกเป็น 3 โหมด เขียนเป็นลักษณะของโฟล์ชาร์ทการทำงานได้ดังนี้

1) โหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ (Write Mode)

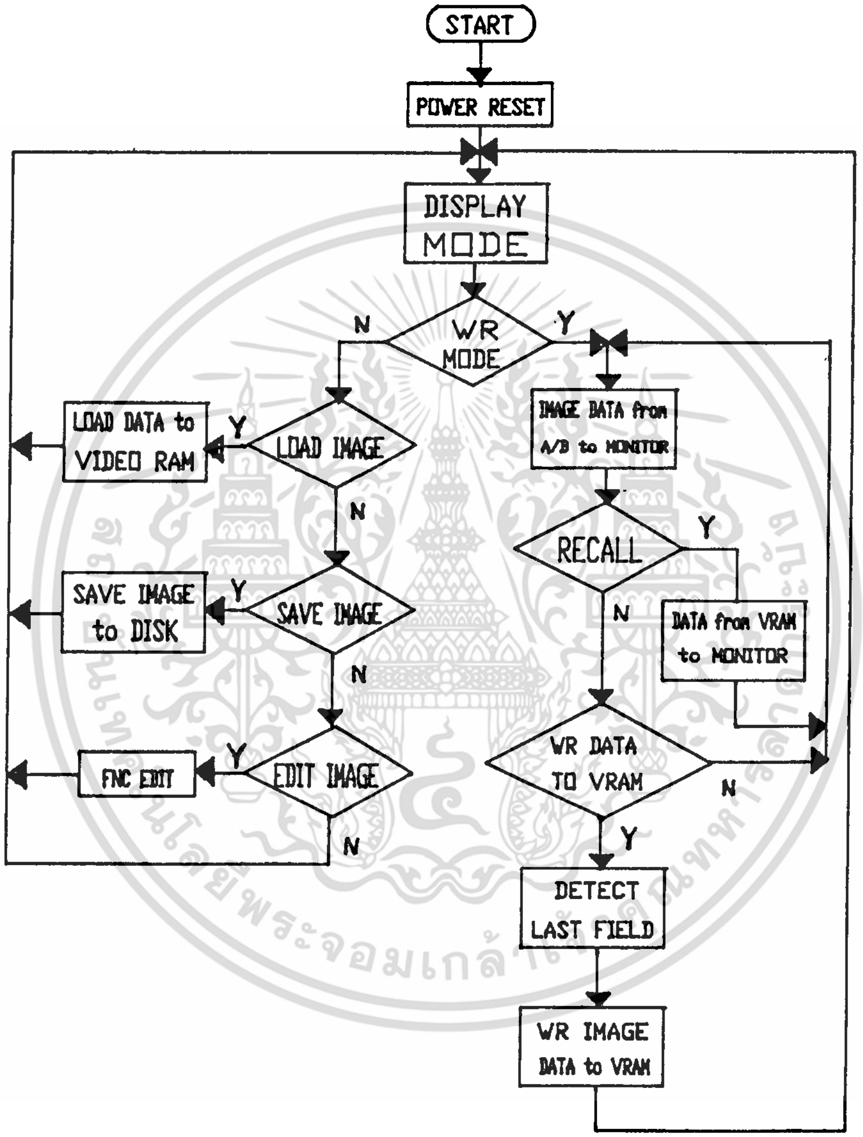
2) โหมดการแสดงผลภาพสี (Display Mode)

3) โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interface Mode)

ลำดับการทำงานของเครื่องที่แสดงไว้ในโฟล์ชาร์ทดังในรูปที่ 7.3 มีการทำงานดังนี้คือ เริ่มจากเมื่อเปิดเครื่องระบบจะทำการรีเซทวงจรนับ(เป็นวงจรสร้างแอดเดรสให้แก่หน่วยความจำวีดีโอแรม) และวงจรฟลิปฟลอปต่างๆ แล้วเริ่มทำงานในโหมดการแสดงผลภาพสี (Display Mode) จากนั้นเครื่องจะทำงานตามซอฟแวร์ที่ได้เขียนไว้ โดยจะรอคำสั่งการทำงานจากคีย์บอร์ด ซึ่งสามารถเลือกการทำงานได้ 2 ทาง คือ หนึ่งเลือกการทำงานทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวามือเพื่อเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ ส่วนอีกทางหนึ่งเป็นการเลือกการทำงานโฟล์ชาร์ททางซ้ายมือ ซึ่งจะเป็นการทำงานในโหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 7.3 แสดงโฟล์ชาร์ทการทำงานของเครื่อง

เมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานโฟล์ชาร์ททางขวามือเพื่อเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ การทำงานในโหมดนี้จะเริ่มจากการนำเอาสัญญาณภาพสีรวมแบบอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Composite Video) มาเปลี่ยนรูปสัญญาณเป็นข้อมูลภาพสีทางดิจิตอล(A/D Converter) แล้วถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณภาพสีแบบอนาล็อก(D/A Converter) ภาพสีที่ได้ที่จอมอนิเตอร์จะเป็นภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้อง ในขณะแสดงภาพที่ได้จากกล้องวีดีโออยู่นี้(ยังไม่มีการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม) ซึ่งในตอนนี้สามารถดูภาพสีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรมได้โดยการ รีคอลภาพ(Recall) เป็นการนำเอาข้อมูลภาพสีที่ถูกเก็บที่หน่วยความจำวีโอแรมออกสู่มอนิเตอร์ เสร็จแล้วจึงกลับมาอยู่ในโหมดการแสดงภาพสีจากกล้องวีดีโอเหมือนเดิม เมื่อเลือกภาพสีได้ตามต้องการแล้วจึงสั่งให้เขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำของเครื่อง โดยเครื่องจะทำการเช็คสัญญาณเวอร์ติคอลแบลงค์(Vertical Blanking) เพื่อทำการเริ่มเก็บข้อมูลภาพสีในเส้นสะแกนที่หนึ่งและเมื่อเขียนข้อมูลภาพสีครบ 256 เส้นสะแกนแล้ว ฮาร์ดแวร์(Hardware) ของเครื่องจะหยุดเขียนข้อมูลภาพและเข้าสู่โหมดการแสดงผลภาพ(display Mode) แต่ถ้าไม่เข้าในโหมดการเขียนข้อมูลภาพ(Write Mode) ก็สามารถเข้าสู่โหมดการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้(ทำงานในโฟล์ชาร์ททางซ้ายมือ) เพื่อทำการโหลดภาพ(Load), เซฟภาพ(Save) และอีดิทภาพ(Edit Function) ได้ตามต้องการ

7.3 ซอฟแวร์ (Software)

ในการควบคุมการทำงานของเครื่องได้ออกแบบซอฟแวร์ ซึ่งเขียนโปรแกรมให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์(Hardware) โดยการเอาท์พุทพอร์ทตามเบอร์พอร์ทและคอนโทรลเวิร์ด(Control Word) ตามในตารางที่ 6.1,6.2 สำหรับโปรแกรมที่ใช้งานเขียนด้วยภาษาซี(C Language) ลิ้งค์(Link) กับภาษาแอสแซมบลี้(Assembly Language) เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมรวดเร็วขึ้น ซึ่งโปรแกรมควบคุมการทำงานในฟังชั่นการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีกับไมโครคอมพิวเตอร์และการเปลี่ยนโหมดการทำงานต่างๆ

7.3.1 การใช้งานซอฟแวร์ (Software Using)

โปรแกรมหลักที่ใช้งานคือ Ram3.EXE เมื่อรัน(Run) โปรแกรมบนจอมอนิเตอร์แบบ VGA จะได้ดังในรูปที่ 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.4 แสดงเมนูเลือกฟังชั่นการทำงานของเครื่อง

[P] Sampling : เก็บข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบท็อกเกิ้ลสวิทช์(Toggle Switch) ระหว่างโหมดการแสดงผลภาพสี (Display Mode) กับโหมดการเขียนข้อมูลภาพสีจากกล้องวีดีโอ (Write Mode)

[R] Recall : นำเอาข้อมูลภาพสีเดิมในหน่วยความจำวีดีโอแรมมาดูในช่วงการแสดงผลภาพสีเคลื่อนไหว(Real Time) ของโหมดการเขียนภาพ

[L] Load Color Image : โหลดข้อมูลภาพสีจากแผ่นเก็บข้อมูลสำรอง(Floppy Disk) หรือฮาร์ดดิส(Hard Disk) ลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรม

[S] Save Color Image : เซฟข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมลงสู่แผ่นเก็บข้อมูลสำรองหรือฮาร์ทดิส

[Z] Zoom : ย่อขยายภาพที่แสดงที่จอมอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[D] Display Color:แสดงผลภาพสีบนจอมอนิเตอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์
Image

[T] Test Color :ทดสอบ(Test) สีของจอมอนิเตอร์
Monitor

[M] Color Image:ฟังชั่นสำหรับขบวนการวิเคราะห์ภาพสีต่างๆ
Compress

[ESC] Exit :การออกแบบจากโปรแกรมใช้งานสู่ดอส (Dos)

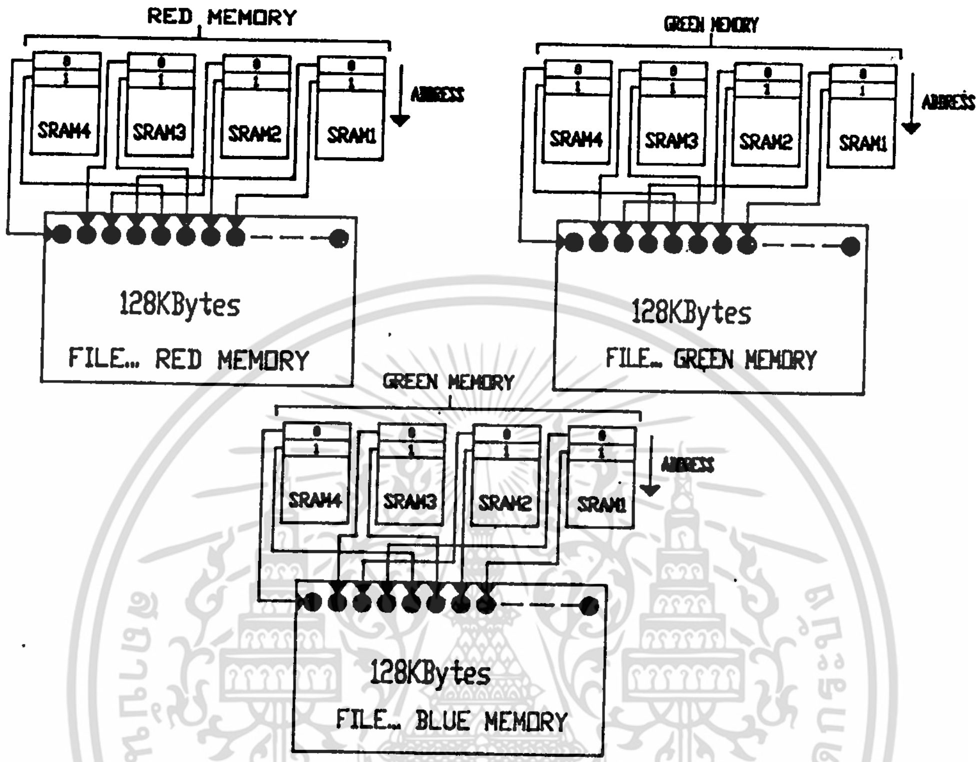
เนื่องจากข้อมูลภาพสีในแต่ละภาพต้องใช้พื้นที่หน่วยความจำจำนวนมาก (แต่ละเพจสีใช้พื้นที่หน่วยความจำขนาด 128 KBytes) ซึ่งในการเซฟ(SAVE) ข้อมูลภาพสีลงบนพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อสะดวกแก่การนำเอาข้อมูลภาพสีที่ได้ไปใช้งาน แบ่งออกเป็นสองแบบคือ

- การเก็บข้อมูลภาพสีแบบแยกไฟร์ละสี
- การเก็บข้อมูลภาพสีรวมในสามเพจสี RGB

7.3.1-1) การเก็บข้อมูลภาพสีแบบแยกไฟร์

การเก็บในลักษณะนี้จะทำการเก็บ(SAVE) ข้อมูลภาพสีทีละเพจสีและเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ในการติดต่อข้อมูลภาพสีจะทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีครั้งละ 64 KBytes หรือ หนึ่งเซกเมนต์ โดยจะทำการอ่านข้อมูลภาพสีจากหน่วยความจำวีดีโอแรมทีละเพจสีแบ่งเป็นข้อมูลภาพสีแบลงค์ศูนย์กับแบลงค์หนึ่งของแต่ละเพจสี การเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะนี้เหมาะสำหรับการประมวลผลภาพที่แยกกันในแต่ละเพจสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



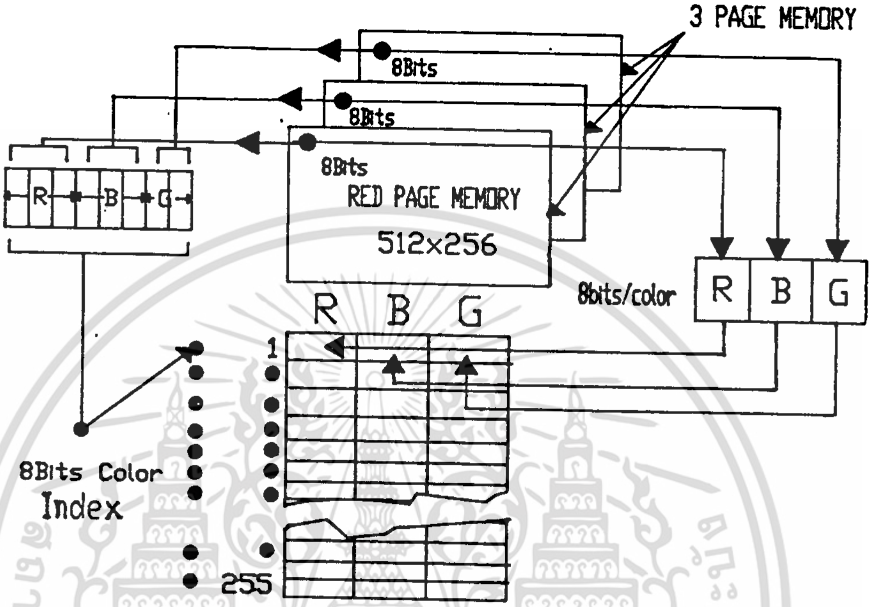
รูปที่ 7.5 แสดงลักษณะการเซฟ(Save) ข้อมูลภาพสีแบบแยกคนละไฟร์(File)

7.3.1-2) การเก็บข้อมูลภาพสีรวมในสามเพจสี RGB

การเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะนี้จะทำการลดข้อมูลภาพสีในสามเพจสี ซึ่งข้อมูลขนาด 128 KBytes ในแต่ละเพจสี ซึ่งใช้เทคนิคการลดข้อมูลภาพสีดังนี้

จากข้อมูลภาพสีที่มีลักษณะการเก็บข้อมูลภาพสีแบบแยกกัน 3 เพจสี ดังในรูปที่ 7.5 จะนำข้อมูลภาพสีที่ได้ในแต่ละเพจสีมาผ่านขบวนการลดข้อมูลภาพสี ดังในรูปที่ 7.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.6 แสดงการจัดข้อมูลโค้ดสี

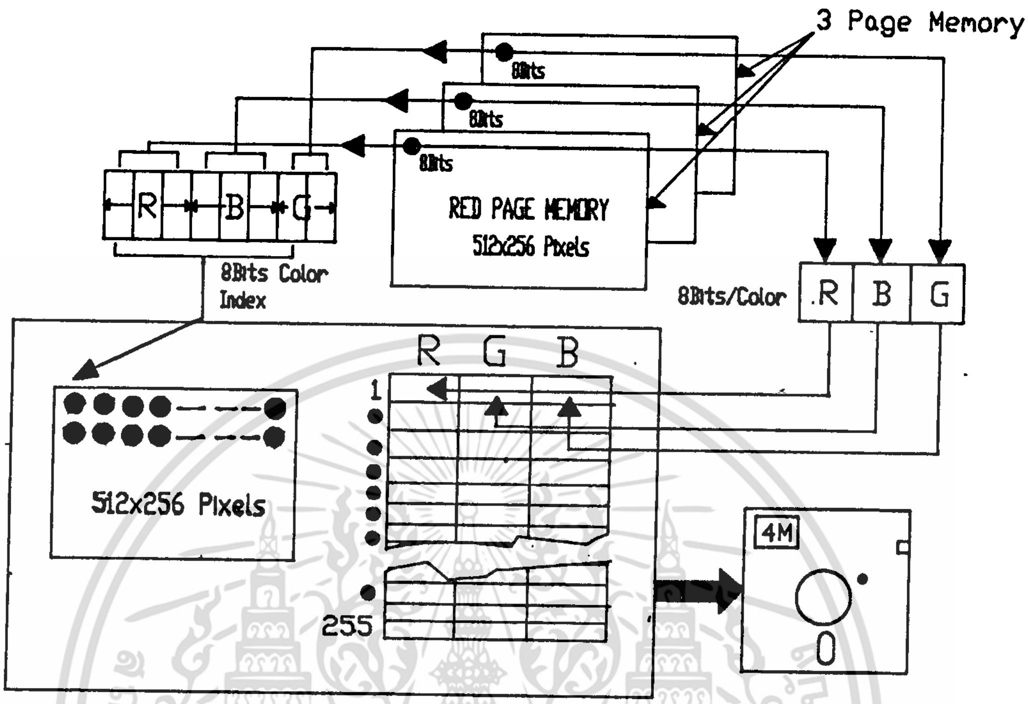
จากรูปจะเห็นว่าข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีจะนำมาผ่านขบวนการ 2 ขบวนการคือ

ขบวนการแรก จะนำข้อมูลภาพสีทั้งสามเพจสีมาสร้างตัวชี้ตำแหน่งข้อมูลสีในตารางสี(Color Table) ประกอบด้วย ข้อมูลภาพสีแดง (R) ขนาด 3 บิท , ข้อมูลภาพสีเขียว (G) ขนาด 3 บิท , ข้อมูลภาพสีน้ำเงิน (B) ขนาด 2 บิท มาสร้างเป็นข้อมูลขนาด 8 บิท สำหรับชี้ตารางสี (Color Table) ซึ่งสามารถชี้ตำแหน่งได้ถึง 256 ค่า

ขบวนการที่สอง จะนำข้อมูลภาพสีในแต่ละเพจสีมาเขียนลงสู่ตารางสี โดยแต่ละตำแหน่งของตารางสีประกอบด้วย โค้ดสีแดง,สีเขียว,สีน้ำเงิน ขนาด 8 บิทในแต่ละเพจสี

สำหรับข้อมูลภาพสีที่เก็บ (SAVE) ลงบนพื้นที่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์จะมี 2 ส่วนคือ ส่วนที่ใช้ชี้ตำแหน่งของตารางสีของภาพและส่วนของตารางสี ดังในรูปที่ 7.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.7 แสดงข้อมูลภาพสีที่ต้องเก็บลงสู่หน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์

จากการเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะนี้จะช่วยทำให้สามารถลดพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูลภาพสีได้ถึง 1 ใน 3 ของภาพสีเดิม กล่าวคือจากข้อมูลภาพสีเดิมเป็นข้อมูลภาพสีขนาด 512x256x3 = 393216 Bytes หรือ 384 KBytes แต่เมื่อผ่านขบวนการลดข้อมูลภาพสีด้วยวิธีนี้แล้ว จะช่วยลดพื้นที่หน่วยความจำให้เหลือเพียง 131072 + 768 = 130940 Bytes เท่านั้น

จะเห็นว่าการเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะนี้จะทำให้สีของภาพผิดไปบางเล็กน้อยเนื่องจากจำนวนบิทข้อมูลภาพสีที่ใช้ลดลง แต่จะเห็นว่าจะสามารถประหยัดพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพสีได้มาก ดังในการเก็บข้อมูลภาพสีในลักษณะนี้จะเหมาะการใช้งานที่ไม่ต้องการความละเอียดสีมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) ภาพสีที่ได้ก่อนการลดข้อมูลภาพสี

ข) ภาพสีที่ได้หลังจากการลดข้อมูลภาพสีแล้ว

รูปที่ 7.8 แสดงการเปรียบเทียบภาพสีที่ได้จากการลดข้อมูลภาพสีกับภาพสีเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
ผลการทดลอง

ในการใช้งานสัญญาณอินพุทของเครื่องจะนำเอาสัญญาณภาพสีรวม(Composite Video) จากกล้องวีดีโอมาทำการแยกเป็นสัญญาณสี RGB สำหรับเก็บลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมของเครื่องและแสดงออกสู่มอนิเตอร์ ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้จอมอนิเตอร์ของเครื่องรับโทรทัศน์สีเป็นจอมอนิเตอร์ของเครื่อง ได้ผลการทดลองดังนี้คือ

8.1 เป็นการแสดงภาพสีที่ได้ก่อนการเก็บข้อมูลภาพ

ในการเขียนข้อมูลภาพสี เมื่อเครื่องเปลี่ยนโหมดการทำงานเข้าไปในโหมดการเขียนข้อมูบภาพสีจากกล้องวีดีโอ ในช่วงการทำงานตอนแรกจะนำเอาสัญญาณภาพสีจากกล้องวีดีโอมาเปลี่ยนรูปสัญญาณอนาล็อกเป็นข้อมูลภาพสีทางดิจิตอล แล้วนำมาเปลี่ยนกลับจากข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลเป็นอนาล็อกออกสู่มอนิเตอร์แสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวตามการจับของกล้อง ดังในรูปที่ 8.1

รูปที่ 8.1 ภาพสีที่ได้จากกล้องวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 เป็นการแสดงภาพสีที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาพสีของเครื่อง

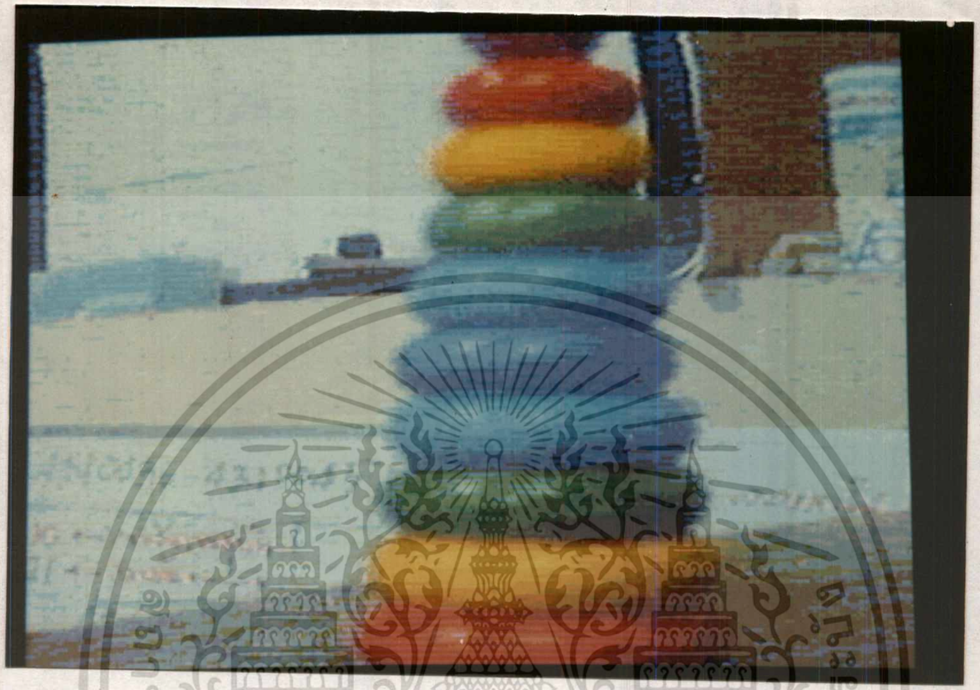
เมื่อกล้องจับภาพได้ตามต้องการแล้วจะสั่งให้เครื่องจัดการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมตามขบวนการที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น เสร็จแล้วจะเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมดการแสดงผลภาพสี(Display Mode) จะเป็นการทำเอาข้อมูลภาพสีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรมของเครื่องในแต่ละเพจสีออกสู่มอนิเตอร์แสดงเป็นภาพนิ่งดังในรูปที่ 8.2

รูปที่ 8.2 ภาพสีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรมของเครื่อง

8.3 เป็นการแสดงผลภาพสีบนจอมอนิเตอร์ของระบบไมโครคอมพิวเตอร์

ภาพสีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำวีดีโอแรม สามารถนำไปใช้งานต่างๆได้ โดยการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีผ่านไมโครคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ข้อมูลภาพสีที่ได้สามารถเอานำมาแสดงออกบนจอมอนิเตอร์ของคอมพวิเตอร์ได้ดังในรูปที่ 8.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.3 ภาพสีที่แสดงบนจอภาพสีแบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

สรุปผลวิจัยและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

9.1) สรุปผลงานวิจัย

ในการสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลภาพ ซึ่งทำในลักษณะของภาพสี โดยแบ่งเป็นข้อมูลภาพสีแดง(R),สีเขียว(G), สีน้ำเงิน(B) แยกเก็บลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมคนละเพจสีกัน ซึ่งหน่วยความจำวีดีโอแรมในแต่ละเพจสีจะทำการเก็บข้อมูลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ แต่สำหรับการนำข้อมูลภาพสีที่ได้ออกสู่มอนิเตอร์ เป็นการสะแกนข้อมูลภาพบนจอมอนิเตอร์แบบสลับเส้นสะแกน (Interlace Scanning) โดยแบ่งเป็นการสะแกนเส้นคู่เส้นคี่ ซึ่งในการสะแกนอ่านข้อมูลภาพในแต่ละฟิล์ดจะเป็นการสะแกนสัญญาณภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ (ในแต่ละฟิล์ดจะอ่านจากหน่วยความจำชุดเดียวกัน) ดังนั้นภาพสีที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์จึงเป็นภาพสีที่มีความละเอียดของภาพขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ซึ่งการทำในลักษณะนี้จะช่วยลดอุปกรณ์ของตัวเครื่องให้เล็กลงได้ และช่วยทำให้ราคาของตัวเครื่องมีราคาถูกลงอีกด้วย

ในการแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพนี้ จะช่วยทำให้อัตราส่วนของจำนวนจุดภาพในแนวตั้งกับแนวนอนของภาพที่ปรากฏอยู่บนจอมอนิเตอร์ มีขนาดเหมาะสม (ขนาด 1:1) ทำให้ภาพสีที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์เป็นภาพสีที่เป็นธรรมชาติมากขึ้น

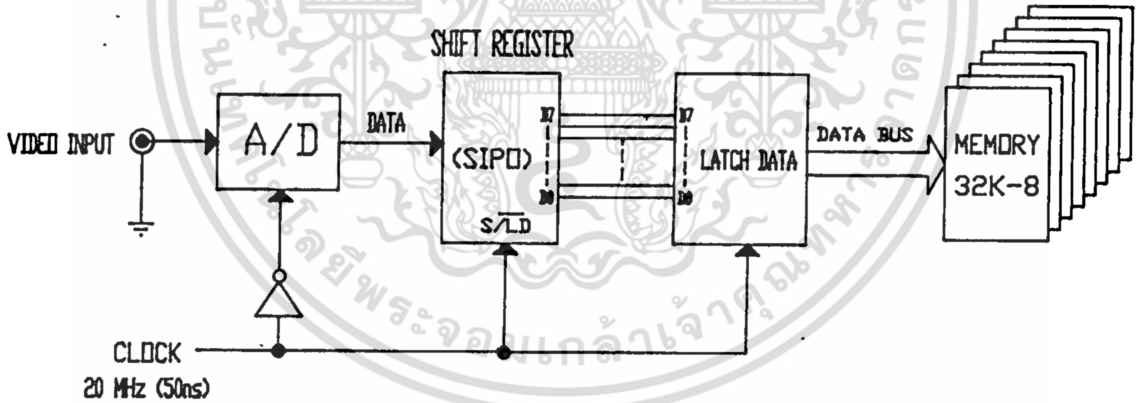
นอกจากนี้ เพื่อให้สะดวกแก่การใช้งานและเพื่อสามารถติดต่อเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพสีไปไว้ยังหน่วยความจำภายนอก(ฟลอปปี้ดิสส์หรือหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์) จึงออกแบบให้ใช้งานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไป เช่น IBM PC/XT/AT หรือเครื่องที่ใช้งานแทนกันได้(Compatible)

ปัญหาที่พบมากคือ เนื่องจากการทำงานของเครื่องมีความเร็วสูงมาก (ใช้ความถี่ 20 MHz) ประกอบกับตัวเครื่องมีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไอซีจำนวนมากและการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าของตัวเครื่องเดินด้วยสาย Wire Wrap ทั้งหมด ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนจากส่วนต่างๆได้ ดังนั้นจึงต้องแก้ไขโดยการเดินสายกราวด์ของตัวเครื่องให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าปกติและต้องมีการจัดเรียงอุปกรณ์ในบางชุดให้เหมาะสม เนื่องจากตัวเครื่องประกอบด้วยอุปกรณ์จำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องสร้างวงจรแหล่งจ่ายไฟของตัวเครื่องต่างหาก มีขนาด 5 แอมป์(Amp) จ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด $\pm$ 5 โวล์ท และ $\pm$ 12 โวล์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2) แนวทางพัฒนาต่อไป

เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพ โดยการเก็บข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมใน 3 เพจสี (แยกชุดกัน) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลภาพสีขนาด 512x256 จุดต่อภาพในแต่ละเพจสี แต่ในช่วงแสดงผลภาพ(Display Mode) จะควบคุมให้มีการสะแกนของข้อมูลภาพแบบสลับเส้นสะแกน(Interlace Scanning) แต่อ่านข้อมูลภาพในหน่วยความจำวีดีโอแรมชุดเดียวกัน ทำให้ได้ภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์เป็นภาพสีที่มีขนาด 512x512 จุดต่อภาพ สำหรับงานบางอย่างที่ต้องใช้ข้อมูลภาพสีที่มีความละเอียดของภาพมากกว่านี้ก็สามารถใช้หลักการเดียวกันนี้พัฒนาต่อไปได้ โดยเพิ่มความเร็วคล็อกในการสุ่มข้อมูล(Sampling rate) ของวงจรในส่วน A/D ให้มีค่ามากขึ้นเช่น ถ้าต้องการสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีขนาด 1024x512 จุดต่อภาพ ต้องใช้สัญญาณคล็อกในการสุ่มข้อมูลภาพขนาด 20 MHz (50ns) (ต้องใช้ไอซี A/D ที่มีความเร็วสูงกว่าที่ใช้ในงานวิจัยนี้) ส่วนการจัดเก็บข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมจะต้องเพิ่มจำนวนบิท(Bit) ในการเลื่อนข้อมูลภาพที่วงจรเลื่อนข้อมูลเพื่อยืดเวลาในการเขียนข้อมูลภาพสีลงสู่หน่วยความจำวีดีโอแรมให้มากขึ้น



รูปที่ 9.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องการแสดงข้อมูลภาพสีทางขนาด 1024x256 จุดต่อภาพ

สำหรับในการแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 1024x512 จุดต่อภาพนี้ จะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบตัวเครื่องจำนวนมากประมาณ 2 เท่าของเครื่องแสดงผลภาพสีขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ดังนั้นในการสร้างเครื่องแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 1024x512 จุดต่อภาพ เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดขนาดของตัวเครื่องควรลดจำนวนอุปกรณ์ไอซีลงได้โดยใช้ไอซีจำพวก PLD (Programmable Logic Device) ซึ่งจะทำให้ขนาดของตัวเครื่องเล็กลง

นอกจากนี้ สำหรับการลดข้อมูลภาพสีเพื่อนำเอาข้อมูลภาพสีไปแสดงบนจอมอนิเตอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีทำเป็นตารางสี ต่อไปน่าจะมีการนำเอาฮีสโตแกรม(Histogram) ของสีมาช่วยในการหาค่าสีในตารางสี เพื่อให้สามารถแสดงภาพได้สีที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ในการเก็บและแสดงผลภาพสีทางดิจิตอลขนาด 1024x512 จุดต่อภาพนี้ ถ้าต่อไปอุปกรณ์ไอซีเปลี่ยนรูปอนาล็อกเป็นดิจิตอล(A/D Convertor) ที่มีความเร็วสูงๆมีราคาถูกลง งานวิจัยในหัวข้อนี้น่าเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นาย วิวัฒน์ ศรีเพ็ง,นาย อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล,นาย ประภากร สุวรรณะ,รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ "เครื่องเก็บข้อมูลภาพสีขนาด 512x256 จุดต่อภาพ โดยใช้หน่วยความจำความเร็วต่ำ" การประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 13

[2] นายวิวัฒน์ ศรีเพ็ง,นาย สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์,รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ "การลดข้อมูลภาพสีในการแสดงผลภาพสีบนจอ VGA" การประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 13

[3] นาย อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล "เครื่องเก็บข้อมูลภาพขนาด 512x256 จุดต่อภาพ โดยใช้หน่วยความจำความเร็วต่ำ" วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง ปีการศึกษา 2532

[4] 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

[5] Interfaceing Techniques in digital design with emphasis on microprocessors, Ronald L.Krutz ,P.192-216

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

[7] Video Handbook ,Gordon J. King ,P.17-27

[8] Digital/Analog and Analog/Digital Conversion Handbook, Dominiquie Dumortier ,P.100,166-180

[9] Programmer's Guide to the EGA and VGA card, Richard F. Ferraro, P.285-311

[10] Programmer's Guide to the EGA and VGA, George Sutty,Steve Blair, P.39-137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
#include <graphics.h>
#define TVM 0xD000
#define VGA 0xA000
#define PRTMEN 0x8000
#define PORT_BRG  0x2F0
#define R_UP 0x04
#define R_LO 0x05
#define G_UP 0x08
#define G_LO 0x09
#define B_UP 0x00
#define B_LO 0x01
#define ESC 27
long int xi[320];
long int yi[200];
char buff [16384];
unsigned char buffR [128][64];
unsigned char buffG [128][64];
unsigned char buffB [128][64];
char c_table [4096][3];
char name[20];
char *dis[] = {"a:1.img","a:2.img","b:3.img"};
char *menu1[] = {"[P] Sampling ......................",
                 "[I] Remote Sampling ..............",
                 "[L] Load Color Image .............",
                 "[S] Save Color Image .............",
                 "[R] Recall Color Image ...........",
                 "[Z] Zoom Color Image .............",
                 "[D] Display Color Image ..........",
                 "[T] Test Color ...................",
                 "[M] Color Image Process ..........",
                 "[H] Hard Copy ....................",
                 "[ESC] Exit ......................."};

char *menu2[] = {"[R] Red Color Gray ...............",
                 "[G] Green Color Gray .............",
                 "[B] Blue Color Gray ..............",
                 "[ESC] Main Menu .................."};

char *menu3[] = {"[1] RGB Diagram ..................",
                 "[2] 3D Color Image ...............",
                 "[3] FFT. Compress ................",
                 "[4] Rotate Color Image ...........",
                 "[5] Inverse ......................",
                 "[6] Shading ......................",
                 "[7] Solid Model ..................",
                 "[8] Histogram ....................",
                 "[9] Smooting .....................",
                 "[ESC] Main Menu .................."};

char *menu4[] = {"[C] Save Compress Color Image ....",
                 "[E] Save Seperate Color Image ....",
                 "[ESC] Main Menu .................."};

char *menu5[] = {"[O] Load Compress Color Image ....",
                 "[N] Load Seperate Color Image ....",
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    "[ESC] Main Menu ..................."};

char *menu6[] = {"[V] Display Compress Color Image  ",
                    "[U] Display Seperate Color Image  ",
                    "[ESC] Main Menu ..................."};


extern void far freeze ();
extern void far no_frz ();
extern void far fill   ();
extern void far tran   ();
extern void far tvup   ();
extern void far tvlo   ();
extern void far put_mem ();
extern void far wrcolor ();
extern void far setVGA ();
extern void far rdcolor ();
extern void far main0 ();
extern void far main1 ();


main ()
{
     int y,mode=1,made=1,menu=1;
     long int c=0L;
     char choich,sw;
     for (y=0;y<320;y++)
     {
           xi[y] = c;
           c = c+200L;
     }
     c=0L;
     for (y=0;y<200;y++)
     {
               yi[y] = c;
               c = c+320L;
     }
     outportb (0x2F1,0x02);
     outportb (0x2F0,0x00);
     do
         {
               ClrScr ();
               setVGA (0x13);
               setcur (1,1,1);
               scrn ();
               for (y=6;y<17;y++)
               {
                    gotoxy (3,y);
                    puts (menu1[y-6]);
               }
               choich = getch ();
               switch (choich)
               {
                       case 'p':
                          if (mode==1)
                            {
                               no_frz ();
                               tone ();
                               mode=2;
                            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else
        if (mode==2)
          {
            freeze ();
            delay (40);
            tone ();
            mode=1;
          }
          break;

    case 'i':
        no_frz ();
        delay (4500);
        freeze ();
        tone ();
        break;

    case 'r':
       if (made==1)
         {
            outportb (0x2F0,0x00);
            tone ();
            made=2;
         }
         else
         if (made==2)
           {
             outportb (0x2F0,0x02);
             tone ();
             made=1;
           }
         break;

    case 't':
        test ();
        break;

    case 's':
      save ();
      break;

    case 'l':
       load ();
       break;

    case 'z':
       zoom ();
       break;

    case 'h':
       hard_copy ();
       break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    case 'd':
                       disp ();
                       break;


                    case 'm':
                       comp ();
                       break;

               }
               setcur (10,5,1);
        }
        while ( ((int) choich != 27) ) ;
        gotoxy (12,22);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 (301,12,311,12,12);linev (311,12,311,140,12);
   linev (301,130,311,140,12);
   linev (183,140,183,195,12);linev (183,195,311,195,12);
   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);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
       }
       c--;
}
c=70;
for (j=141;j<195;j++)
{
       for (i=184;i<311;i++)
       {
            putdotv (i,j,c);
       }
       c++;
}
gotoxy (45,22);puts ("LOAD - SAVE - SHAW");
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;
}
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);
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            c--;
    }
    gotoxy (2,2);puts ("Color Image Digitizer");
    gotoxy (2,3);puts ("_____KMITL V.32 _____");
}

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)
  {
      for (j=155;j<165;j++)
      {
          for (i=205;i<215;i++)
          {
               putdotv (i,j,56);
          }
      }
  }
  if (flag0==0)
  {
       for (j=155;j<165;j++)
       {
            for (i=205;i<215;i++)
            {
                 putdotv (i,j,13);
            }
       }
  }
}


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

```
}

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);
             }
         }
     }
}

gis ()
{
    int i,r,g,b;
    char buf[3];
    set_color_REG ();
    for (i=64;i<80;i++)
     {
        rdcolor (buf,i);
        r=buf[0]; g=buf[1]; b=buf[2];
        gotoxy (10,14);printf ("%3d %3d %3d %3d",i,r,g,b);
        getch ();
     }
     setVGA(3);
}

save ()
{
char ww;
int y;
 do
   {
     ClrScr ();
     setVGA (0x13);
     setcur (1,1,1);
     scrn ();
     for (y=6;y<9;y++)
      {
```

เอกสารนี้มีไว้เพื่อใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            gotoxy (3,y);
            puts (menu4[y-6]);
      }
      ww = getch ();
      switch (ww)
       {
           case 'c':
              save1 ();
              break;

           case 'e':
               save2 ();
               break;
       }
    }
    while ( ((int) ww != 27) ) ;
}


save1 ()
{
  int color,l,m,n,p;
  int r,g,b,v;
  char vl0,vl1,vl2;
  long int i=0L;
  FILE *fp ;
  gotoxy (8,20);puts ("Save Compress Color Image");
  gotoxy (10,22);puts ("FILE Name....");
  gotoxy (25,22);
  gets (name);
  gotoxy (10,22);puts ("         WAIT FOR SAVE          ");
  outportb (0x2F1,0x00); /* write protect */
  for (i=0; i<65536L; i++)
   {
        outportb (PORT_BRG,R_UP);
        vl0 = peekb(TVM,(long) i) ;
        outportb (PORT_BRG,G_UP);
        vl1 = peekb(TVM,(long) i) ;
        outportb (PORT_BRG,B_UP);
        vl2 = peekb(TVM,(long) i) ;
        r = vl0/32; g = vl1/32; b = vl2/64;
        l = r<<5;  m = g<<2;  n = b;
        color = l | m | n;
        c_table [color][0] = vl0;
        c_table [color][1] = vl1;
        c_table [color][2] = vl2;
        pokeb (0x8000,(long) i,color);
   }
   for (i=0; i<65536L; i++)
   {
        outportb (PORT_BRG,R_LO);
        vl0 = peekb(TVM,(long) i) ;
        outportb (PORT_BRG,G_LO);
        vl1 = peekb(TVM,(long) i) ;
        outportb (PORT_BRG,B_LO);
        vl2 = peekb(TVM,(long) i) ;
        r = vl0/32; g = vl1/32; b = vl2/64;
        l = r<<5;  m = g<<2;  n = b;
        color = l | m | n;
        c_table [color][0] = vl0;
```
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        c_table [color][1] = vl1;
        c_table [color][2] = vl2;
        pokeb (0x9000,(long) i,color);
    }
  if ((fp = fopen(name,"wb")) != NULL)
    {
        for (p=1;p<256;p++)
         {
           fprintf (fp,"%c%c%c",c_table[p][0],c_table[p][1],c_table[p][2]
         }

        for (i=0;i<65536L;i++)
         {
              v = peekb (0x8000,(long) i);
              fprintf (fp,"%c",v);
         }
        for (i=0;i<65536L;i++)
         {
              v = peekb (0x9000,(long) i);
              fprintf (fp,"%c",v);
         }
        fclose (fp);
    }
    outportb (0x2F1,0x02);
    tone ();
}


save2 ()
{
  int i=0,num=0;
  long int k=0L,j=0L;
  FILE *fp;
  outportb (0x2F1,0x00); /* Write Protect */
  for (num=0;num<3;num++)
  {
    if (num==0)
    {
       gotoxy (8,20);
       printf ("SAVE FILE ...R Color Image");
    }
    else
    if (num==1)
      {
         gotoxy (8,20);
         printf ("SAVE FILE ...G Color Image");
      }
      else
      if (num==2)
       {
          gotoxy (8,20);
          printf ("SAVE FILE ...B Color Image");
       }
       gotoxy (12,22); puts ("   hit any key       ");getch ();
       gotoxy (12,22);puts ("  wait for save...  ");
       if ((fp = fopen(dis[num],"wb")) != NULL )
        {
          if (num==0)
            { outportb (PORT_BRG,R_UP); }
          else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if (num==1)
           { outportb (PORT_BRG,G_UP); }
        else
        if (num==2)
           {outportb (PORT_BRG,B_UP); }
        for (i=0;i<8;i++)
         {
              for (j=0;j<16384;j++)
              {
                    buff[j] = peekb(TVM,(long) j+k);
              }
              fseek (fp,(long) i*16384,0);
              fwrite (buff,16384,1,fp);
              k = k + 16384L ;
              if ( k>=65535L )
              {
                   if (num==0)
                      { outportb (PORT_BRG,R_LO); }
                   else
                   if (num==1)
                      { outportb (PORT_BRG,G_LO); }
                   else
                   if (num==2)
                      { outportb (PORT_BRG,B_LO); }
                   k = 0L;
              }

         }
         fclose (fp);
     }
  }
  outportb (0x2F1,0x02);
  num=0;
  tone ();

}


load ()
{
char ll;
int y;
  do
   {
     ClrScr ();
     setVGA (0x13);
     setcur (1,1,1);
     scrn ();
     for (y=6;y<9;y++)
     {
           gotoxy (3,y);
           puts (menu5[y-6]);
     }
     ll = getch ();
     switch (ll)
     {
        case 'o':
           load1 ();
           break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            case 'n':
                load2 ();
                break;
        }
    }
    while ( ((int) l1 != 27) ) ;
}


load1 ()
{
  int p;
  long int i=0L,j=0L;
  char  v,v10,v11,v12;
  FILE *fp ;
  gotoxy (16,20);puts ("LOAD AS FILE..");gotoxy (30,20);
  gets (name);
  gotoxy (16,22);puts ("     WAIT FOR LOAD     ");
  if ((fp = fopen(name,"rb")) != NULL)
  {
     for (p=1;p<256;p++)
     {
         fscanf (fp,"%c%c%c",&v10,&v11,&v12);
         c_table[p][0] = v10;
         c_table[p][1] = v11;
         c_table[p][2] = v12;
     }
     for (i=0;i<65536L;i++)
     {
         fscanf (fp,"%c",&v);
         pokeb (0x8000,(long) i,v);
     }
     for (j=0;j<65536L;j++)
     {
         fscanf (fp,"%c",&v);
         pokeb (0x9000,(long) i,v);
     }
    fclose (fp);
  }
  for (i=0;i<65536L;i++)
  {
         v = peekb (0x8000,(long) i);
         pokeb (0x7000,(long) i,c_table[v][0]);
  }
  outportb (PORT_BRG,R_UP);
  tvup ();
  for (i=0;i<65536L;i++)
  {
         v = peekb (0x9000,(long) i);
         pokeb (0x7000,(long) i,c_table[v][0]);
  }
  outportb (PORT_BRG,R_LO);
  tvup ();
  for (i=0;i<65536L;i++)
  {
         v = peekb (0x8000,(long) i);
         pokeb (0x7000,(long) i,c_table[v][0]);
  }
  outportb (PORT_BRG,G_UP);
  tvup ();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for (i=0;i<65536L;i++)
  {
        v = peekb (0x9000,(long) i);
        pokeb (0x7000,(long) i,c_table[v][0]);
  }
  outportb (PORT_BRG,G_LO);
  tvup ();
  for (i=0;i<65536L;i++)
  {
        v = peekb (0x8000,(long) i);
        pokeb (0x7000,(long) i,c_table[v][0]);
  }
  outportb (PORT_BRG,B_UP);
  tvup ();
  for (i=0;i<65536L;i++)
  {
        v = peekb (0x9000,(long) i);
        pokeb (0x7000,(long) i,c_table[v][0]);
  }
  outportb (PORT_BRG,B_LO);
  tvup ();
  tone ();

}



load2 ()
{
  int  i=0,num=0;
  long int k=0L,j=0L;
  FILE *fp;
  for (num=0;num<3;num++)
    {
     if (num==0)
      {
         gotoxy (8,20);
         printf ("LOAD FILE ...R Color Image");
      }
      else
      if (num==1)
      {
         gotoxy (8,20);
         printf ("LOAD FILE ...G Color Image");
      }
      else
      if (num==2)
      {
          gotoxy (8,20);
          printf ("LOAD FILE ...B Color Image");
      }
     gotoxy (12,22); puts ("   hit any key        "); getch ();
     gotoxy (12,22);puts ("  wait for load... ");
     if ((fp = fopen(dis[num],"rb")) != NULL )
     {
         if (num==0)
            { outportb (PORT_BRG,R_UP);}
         else
         if (num==1)
            { outportb (PORT_BRG,G_UP);}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          else
          if (num==2)
             { outportb (PORT_BRG,B_UP);}
          for (i=0;i<8;i++)
          {
               fseek (fp,(long) i*16384,0);
               fread (buff,16384,1,fp);
               for (j=0;j<16384;j++)
                  {
                       pokeb (TVM,(long) j+k,(buff[j]));
                  }
               k = k + 16384L ;
               if (k>=65535L)
               {
                   if (num==0)
                      { outportb (PORT_BRG,R_LO);}
                   else
                   if (num==1)
                      { outportb (PORT_BRG,G_LO);}
                   else
                   if (num==2)
                      { outportb (PORT_BRG,B_LO);}
                   k = 0L;
               }
          }
         fclose (fp);
      }
   }
   tone ();

}


comp ()
{
char cc;
int y;
 do
 {
     ClrScr ();
     setVGA (0x13);
     setcur (1,1,1);
     scrn ();
     for (y=6;y<16;y++)
     {
            gotoxy (3,y);
            puts (menu3[y-6]);
     }
     cc = getch ();
     switch (cc)
     {
           case '1':
              rgbdia ();
              break;

           case '2':
                 dis3D ();
              break;
     }
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 while ( ((int) cc != 27) ) ;
}



hard_copy ()
{
  int i;
  long int k=0L,j=0L;
  FILE *fp ;
  ClrScr ();
  setVGA (0x13);
  setcur (1,1,1);
  scrn ();
  gotoxy (12,20);puts ("PRINT AS FILE..");gotoxy (30,20);
  gets (name);
  gotoxy (16,22);puts ("WAIT FOR  PRINT  ");
  if ((fp = fopen(name,"rb")) != NULL)
  {
      for (i=0;i<8;i++)
      {
           fseek (fp,(long) i*16384,0);
           fread (buff,16384,1,fp);
           for (j=0;j<16384;j++)
           {
                  pokeb (PRTMEN ,(long) j+k,(buff[j]));
           }
           k = k+16384L;
      }
      fclose (fp);
  }
  tone ();
}


tone ()
{
   sound (2357);
   delay (150);
   nosound ();
}


test ()
{
     int y;
     int BLUE=10,RED=10,GREEN=10;
     char choich;
     do
     {
         ClrScr ();
         setVGA (0x13);
         setcur (1,1,1);
         scrn ();
         for (y=6;y<10;y++)
         {
              gotoxy (3,y);
              puts (menu2[y-6]);
         }
         choich = getch ();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        switch (choich)
        {
             case 'b':
                gotoxy (12,22);printf ("BLUE LEVEL  =  ");
                scanf ("%d",&BLUE);
                outportb (PORT_BRG,B_UP); fill (BLUE);
                outportb (PORT_BRG,B_LO); fill (BLUE);
                tone ();
                break;

             case 'r':
                gotoxy (12,22);printf ("RED LEVEL  =  ");
                scanf ("%d",&RED);
                outportb (PORT_BRG,R_UP); fill (RED);
                outportb (PORT_BRG,R_LO); fill (RED);
                tone ();
                break;

             case 'g':
                gotoxy (12,22);printf ("GREEN LEVEL  =  ");
                scanf ("%d",&GREEN);
                outportb (PORT_BRG,G_UP); fill (GREEN);
                outportb (PORT_BRG,G_LO); fill (GREEN);
                tone ();
                break;
          }

       }
       while ( ((int) choich != 27) ) ;
}


zoom ()
{
  int choo;
  long int offset,offsetx,offsety;
  gotoxy (10,22); puts ("    Zoom at ...     ");
  gotoxy (28,22); scanf ("%d",&choo);

  if (choo==1)
    {zoom_up (offsetx); offsetx = 0L;}
  else
  if (choo==2)
    { zoom_up (offsetx); offsetx = 192L; }
  else
  if (choo==3)
    {zoom_up (offsetx); offsetx = 384L ; }
  else
  if (choo==4)
    {zoom_in (offset); offset = 49344L ;}
  else
  if (choo==5)
    {zoom_lo (offsety); offsety = 65536L ;}
  else
  if (choo==6)
    {zoom_lo (offsety); offsety = 65856L ;}
  else
    {tone () ; zoom (); }
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
zoom_up (offsetx)
 {
   long int x=0L,y=0L;
   int num;
     gotoxy (10,22); puts ("    Zoom ......    ");
     for (num=0; num<3; num++)
          {
             if ( num==0 )
               {
                 outportb (PORT_BRG,R_UP);
                 for (y=0;y<64;y++)
                   {
                     for (x=0;x<128;x++)
                       {
                         buffR[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offsetx);
                       }
                     offsetx = offsetx + 512;
                   }
               }
             else
             if (num==1)
               {
                 outportb (PORT_BRG,G_UP);
                 for (y=0;y<64;y++)
                   {
                     for (x=0;x<128;x++)
                       {
                         buffG[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offsetx);
                       }
                     offsetx = offsetx + 512;
                   }
               }
             else
             if (num==2)
               {
                 outportb (PORT_BRG,B_UP);
                 for (y=0;y<64;y++)
                   {
                     for (x=0;x<128;x++)
                       {
                         buffB[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offsetx);
                       }
                     offsetx = offsetx + 512;
                   }
               }
          }
          tone ();
}


zoom_lo (offsety)
 {
   long int x=0L,y=0L;
   int num;
     gotoxy (10,22); puts ("      Zoom .....    ");
     for (num=0; num<3; num++)
          {
             if ( num==0 )
               {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถูกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
				outportb (PORT_BRG,R_LO);
				for (y=0;y<64;y++)
				  {
				    for (x=0;x<128;x++)
				      {
				        buffR[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offsety);
				      }
				    offsety = offsety + 512;
				  }
			}
		   else
		   if (num==1)
			{
			  outportb (PORT_BRG,G_LO);
			  for (y=0;y<64;y++)
			    {
			      for (x=0;x<128;x++)
			        {
			          buffG[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offsety);
			        }
			      offsety = offsety + 512;
			    }
			}
		   else
		   if (num==2)
			{
			  outportb (PORT_BRG,B_LO);
			  for (y=0;y<64;y++)
			    {
			      for (x=0;x<128;x++)
			        {
			          buffB[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offsety);
			        }
			      offsety = offsety + 512;
			    }
			}
	  }
	  tone ();
}


zoom_in (offset)
{
  long int x=0L,y=0L;
    int num;
    gotoxy (10,22); puts ("      Zoom .....     ");
    for (num=0; num<3; num++)
	{
		if ( num==0 )
		  {
		    outportb (PORT_BRG,R_UP);
		    for (y=0;y<64;y++)
		      {
		        if (y==32)
		           { outportb (PORT_BRG,R_LO);}
		        for (x=0;x<128;x++)
		          {
		            buffR[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offset);
		          }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    offset = offset + 512;
                 }
              }
             if ( num==1 )
              {
                outportb (PORT_BRG,G_UP);
                for (y=0;y<64;y++)
                  {
                    if (y==32)
                       { outportb (PORT_BRG,G_LO);}
                    for (x=0;x<128;x++)
                      {
                         buffG[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offset);
                      }
                    offset = offset + 512;
                  }
              }
              if ( num==2 )
              {
                outportb (PORT_BRG,B_UP);
                for (y=0;y<64;y++)
                  {
                    if (y==32)
                       { outportb (PORT_BRG,B_LO);}
                    for (x=0;x<128;x++)
                      {
                         buffB[x][y] = peekb (TVM,(long) x+offset);
                      }
                    offset = offset + 512;
                  }
              }

       }
       tone ();
}


disp ()  /* VGA     Display */
{
  char dd;
  int y;
  do
   {
     ClrScr ();
     setVGA (0x13);
     setcur (1,1,1);
     scrn ();
     for (y=6;y<9;y++)
     {
            gotoxy (3,y);
            puts (menu6[y-6]);
     }
     dd = getch ();
     switch (dd)
     {
          case 'v':
             displ ();
             break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            case 'u':
                 disp2 ();
                 break;
      }
    }
    while ( ((int) dd != 27) ) ;
}


disp1 () /* VGA Display Compress Color Image */
{
  int color,l,m,n;
  int p,v,x,y;
  char r,g,b;
  char vl0,vl1,vl2;
  long int i=0L,j ;
  FILE *fp ;
  gotoxy (8,20);puts ("DISPLAY  VGA  FILE..");
  gotoxy (30,20);
  gets (name);
  gotoxy (17,22);puts ("WAIT FOR DISPAY    ");
  setVGA (0x13);
  if ((fp = fopen(name,"rb")) != NULL)
  {
     for (p=1;p<256;p++)
     {
         fscanf (fp,"%c%c%c",&vl0,&vl1,&vl2);
         wrcolor (p,vl0>>2,vl1>>2,vl2>>2);
     }
     i = 0L;
     fseek (fp,14432L,1);
     for (y=0;y<200;y++)
     {
         for (x=0;x<320;x++)
         {
             fscanf (fp,"%c",&v);
             putdotv (x,y,v);
         }
         fseek (fp,196L,1);
     }
     fclose (fp) ;
     i = 0L;
  }
  getch ();
  tone ();

}


disp2 ()   /* VGA Display Seperate Color Image */
{
  int color,l,m,n;
  int x=0,y=0,num=0;
  long int i,j;
  long int k=0L;
  int r,g,b;
  char buff[3];
  unsigned char v0,v1,v2;
  FILE *fp0,*fp1,*fp2;
  setVGA (0x13);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หรือการเผยแพร่ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  set_gray_REG ();
  set_color_REG ();
      fp0 = fopen("1.img","rb");
      fp1 = fopen("2.img","rb");
      fp0 = fopen("3.img","rb");
      for (i=0; i<(131072L/2L); i++)
         {
           fscanf (fp0,"%c",&v0);
           fscanf (fp1,"%c",&v1);
           fscanf (fp2,"%c",&v2);
           l = v0/4; m = v1/4; n = v2/4;
           for (i=1; i<128; i++)
              {
                rdcolor (buff,i);
                r = buff[0]; g = buff[1]; b = buff[2];
                if (abs(r-l)<=10 ¦¦ abs(g-m)<=10 ¦¦ abs(b-n)<=10)
                  {
                     color = i;
                     break;
                  }
              }
           putdotv (x,y,color);x++;
           if (x<155)
              { x=0; y++; }
           if (y>200)
              break;
      }
      fclose (fp0);
      fclose (fp1);
      fclose (fp2);
      getch ();
      tone ();
}


rgbdia ()
{

}


put_dot (int x,int y,int value)
{
     pokeb (TVM,(yi[y]+x),value);
}


set_gray_REG ()
{
                int i,j=1;
                for (i=64;i<128;i++)
                                { wrcolor (i,j,j,j); j++; }
    j=1;
}


set_color_REG ()
{
                int i;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                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)); }
}


putdotV (int x,int y,int color)
{
                 pokeb (VGA,yi[y]+x,color);
}


getdotV (int x,int y)
{
     int color;
     color = peekb (VGA,yi[y]+x);
     return 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 ;
    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 ;
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PGROUP  GROUP    PROG
PROG    SEGMENT  BYTE PUBLIC 'CODE'
                                 PUBLIC    _mr_up,_mr_lo,_mg_up,_mg_lo,
                                           _mb_up,_mb_lo,_no_rec,_diss,
                                           _recal,_no_wr,_real,_mem_up,
                                           _mem_lo,_tv_up,_tv_lo
        ASSUME   CS:PGROUP
-------------------------------------------
_mr_up  proc   far
        mov    al,04
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_mr_up  endp
-------------------------------------------
_mr_lo  proc   far
        mov    al,05
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_mr_lo  endp
-------------------------------------------
_mg_up  proc   far
        mov    al,08
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_mg_up  endp
-------------------------------------------
_mg_lo  proc   far
        mov    al,09
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_mg_lo  endp
-------------------------------------------
_mb_up  proc   far
        mov    al,00
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_mb_up  endp
-------------------------------------------
_mb_lo  proc   far
        mov    al,01
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_mb_lo  endp
-------------------------------------------
_no_rec proc   far
        mov    al,00
        mov    dx,2f0h
        out    dx,al
        ret
_no_rec endp
-------------------------------------------
_recal  proc   far
        mov    al,02
        mov    dx,2f0h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        out   dx,al
        ret
_recal  endp
;-----------------------------------------
_no_wr  proc  far
        mov   al,00
        mov   dx,2f1h
        out   dx,al
        ret
_no_wr  endp
;-----------------------------------------
_diss   proc  far
        mov   al,02
        mov   dx,2f1h
        out   dx,al
        ret
_diss    endp
;-----------------------------------------
_real   proc  far
        mov   al,03
        mov   dx,2f1h
        out   dx,al
        ret
_real   endp
;-----------------------------------------
_mem_up proc  far
        push  ds
        push  di
        push  si
        push  es
        push  ax
        push  cx
        mov   ax,0d000h
        mov   ds,ax
        mov   si,0000h
        mov   di,si
        mov   ax,07000h
        mov   es,ax
        mov   cx,0FFFFh
        rep   movsb
        pop   cx
        pop   ax
        pop   es
        pop   si
        pop   di
        pop   ds
        ret
_mem_up endp

;------------------------------
_mem_lo proc  far
        push  ds
        push  di
        push  si
        push  es
        push  ax
        push  cx
        mov   ax,0d000h
        mov   ds,ax
        mov   si,0000h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้นเอกสารนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov    di,si
        mov    ax,09000h
        mov    es,ax
        mov    cx,0FFFFh
        rep    movsb
        pop    cx
        pop    ax
        pop    es
        pop    si
        pop    di
        pop    ds
        ret
_mem_lo endp

;-------------------------------------
_tv_up    proc     far
          push     ds
          push     di
          push     si
          push     es
          push     ax
          push     cx
          mov        ax,07000H
          mov      ds,ax
          mov        si,0000H
               mov       di,si
          mov        ax,0D000H
          mov        es,ax
          mov        cx,0FFFFH
          rep        movsb
          pop      cx
          pop      ax
          pop      es
          pop      si
          pop      di
          pop      ds
          ret
_tv_up    endp

;-------------------------------
_tv_lo    proc     far
          push     ds
          push     di
          push     si
          push     es
          push     ax
          push     cx
          mov        ax,09000H
          mov      ds,ax
          mov        si,0000H
              .mov       di,si
          mov        ax,0D000H
          mov        es,ax
          mov        cx,0FFFFH
          rep        movsb
          pop      cx
          pop      ax
          pop      es
          pop      si
          pop      di
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        pop     ds
        ret
_tv_lo   endp

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

PROG    ENDS
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PGROUP      GROUP       PROG
PROG        SEGMENT     BYTE PUBLIC 'CODE'
                                      PUBLIC     _setVGA,_gray,_wrcolor,
                                                 _setcur,_tran,_setpal,
                                                 _rdcolor,_tvup,_tvlo
            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
;---------------------------------------------
                                      ;setpal (regnum,value)
_setpal     proc        far
                                      push       bp
                                      mov        bp,sp
                                      mov        bl,[bp+6]
                                      mov        bh,[bp+8]
            mov         ax,1000H
                                      int        10H
                                      mov        sp,bp
            pop         bp
            ret
_setpal     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
                                      mov        ax,1010H
                                      int        10H
                                      mov        sp,bp
                                      pop        bp
            ret
_wrcolor endp
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
-------------------------------------------------------
                                     ;rdcolor (buf,regnum)
_rdcolor proc      far
                                     push      bp
                                     mov       bp,sp
                                     les       di,[bp+6]       ;BUFFER
                                     mov       bx,[bp+10]      ;REGNUM
                                     mov       ax,1015H
                                     int       10H
        mov        al,dh
        stosb
        mov        al,ch
        stosb
        mov        al,cl
        stosb
                                     mov       sp,bp
                                     pop       bp
        ret
_rdcolor 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
         push     ds
         push     di
         push     si
         push     es
         push     ax
         push     cx
         mov        ax,08000H
         mov      ds,ax
         mov        si,0000H
               mov      di,si
         mov        ax,0A000H
         mov        es,ax
         mov        cx,0FA00H
         rep        movsb
         pop      cx
         pop      ax
         pop      es
         pop      si
         pop      di
         pop      ds
         ret
_tran    endp

_tvup    proc     far
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

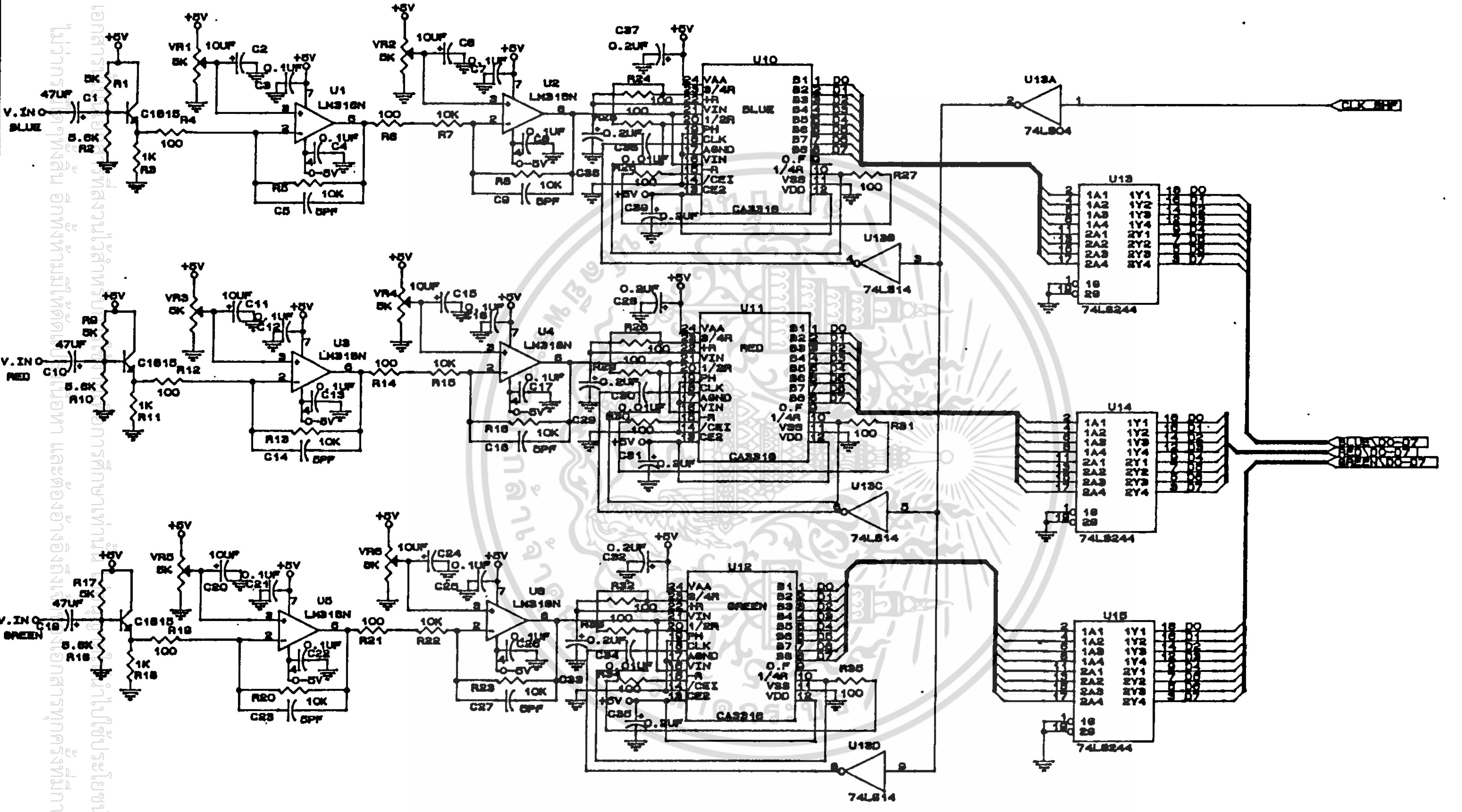
```
        push    ds
        push    di
        push    si
        push    es
        push    ax
        push    cx
        mov     ax,07000H
        mov     ds,ax
        mov     si,0000H
        mov     di,si
        mov     ax,0D000H
        mov     es,ax
        mov     cx,0FFFFH
        rep     movsb
        pop     cx
        pop     ax
        pop     es
        pop     si
        pop     di
        pop     ds
        ret
_tvup   endp

_tvlo   proc    far
        push    ds
        push    di
        push    si
        push    es
        push    ax
        push    cx
        mov     ax,09000H
        mov     ds,ax
        mov     si,0000H
        mov     di,si
        mov     ax,0D000H
        mov     es,ax
        mov     cx,0FFFFH
        rep     movsb
        pop     cx
        pop     ax
        pop     es
        pop     si
        pop     di
        pop     ds
        ret
_tvlo   endp

PROG    ENDS
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

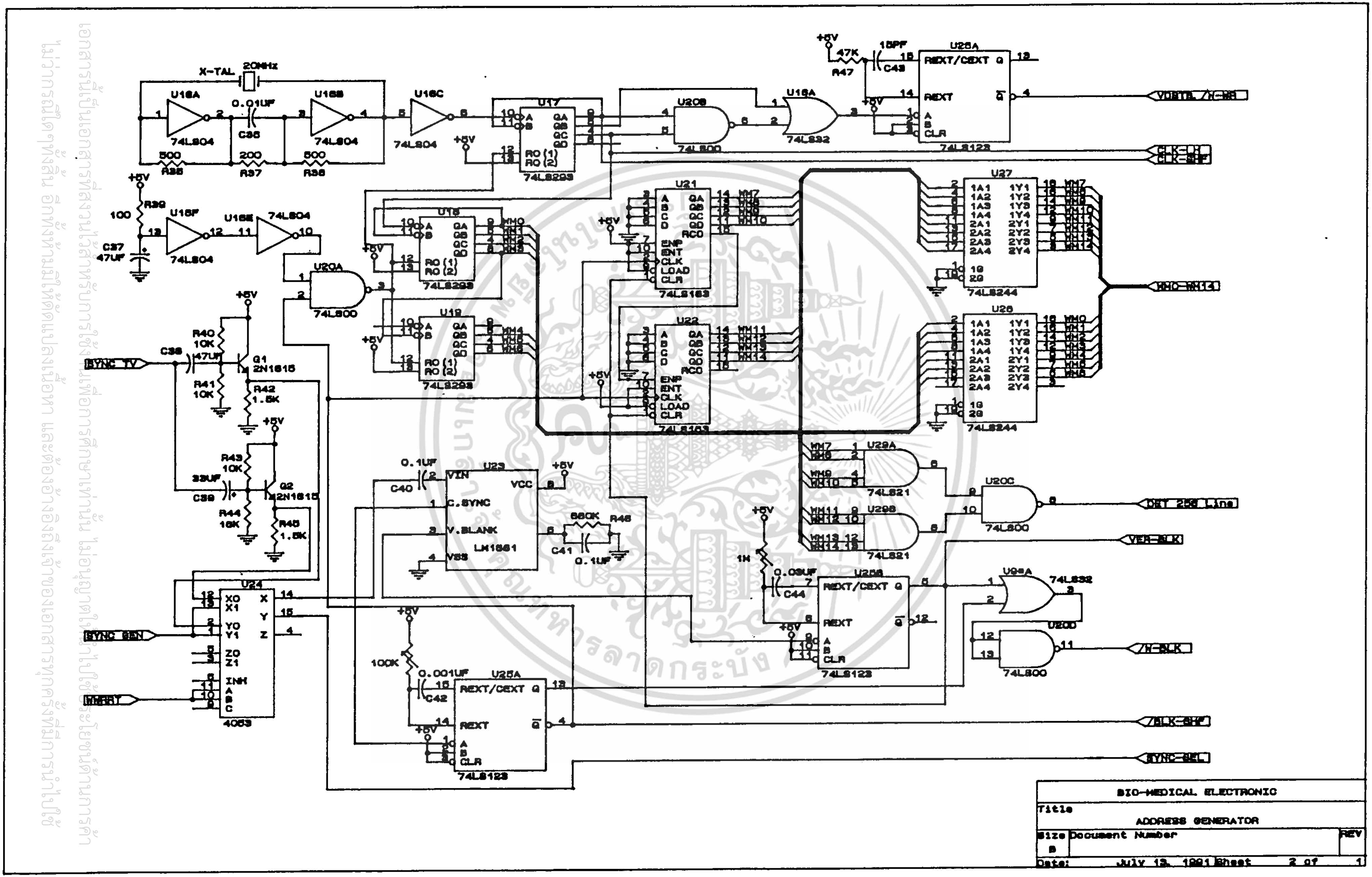
วงจรส่วนต่างๆของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

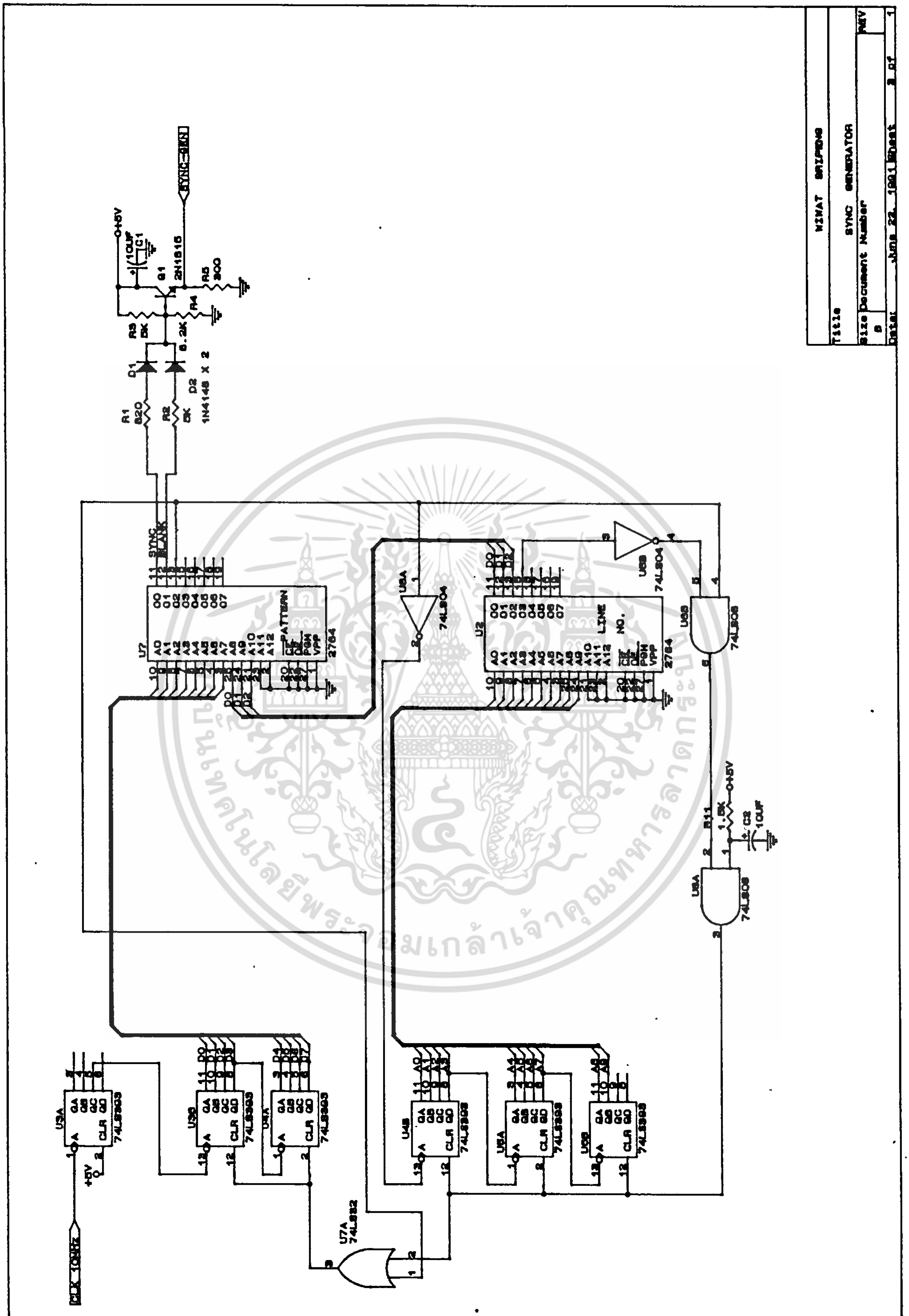


BIO-MEDICAL ELECTRONIC		
Title	ANALOG TO DIGITAL	
Size B	Document Number	REV
Date: June 22, 1991	Sheet 1 of 1	

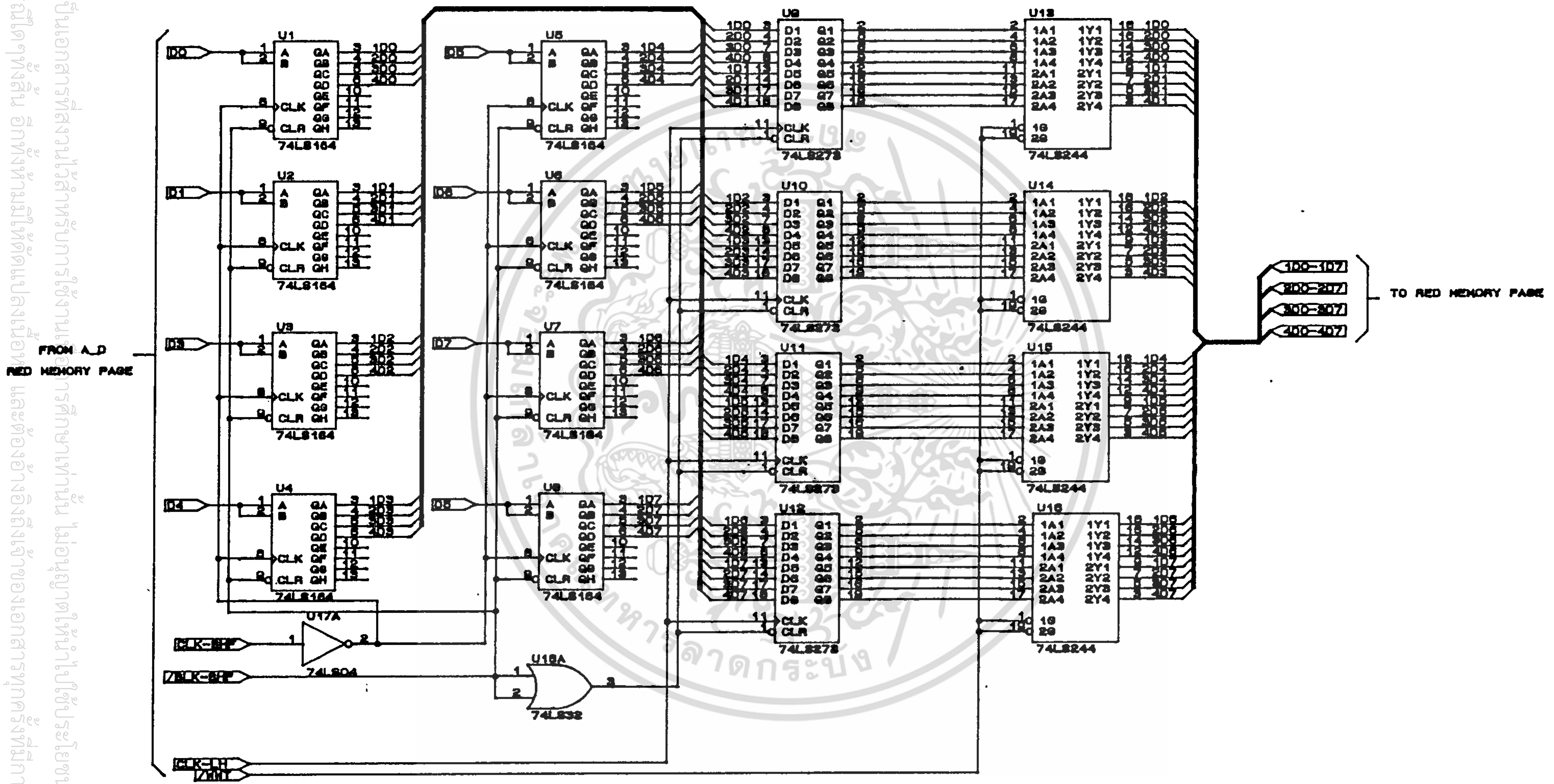
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

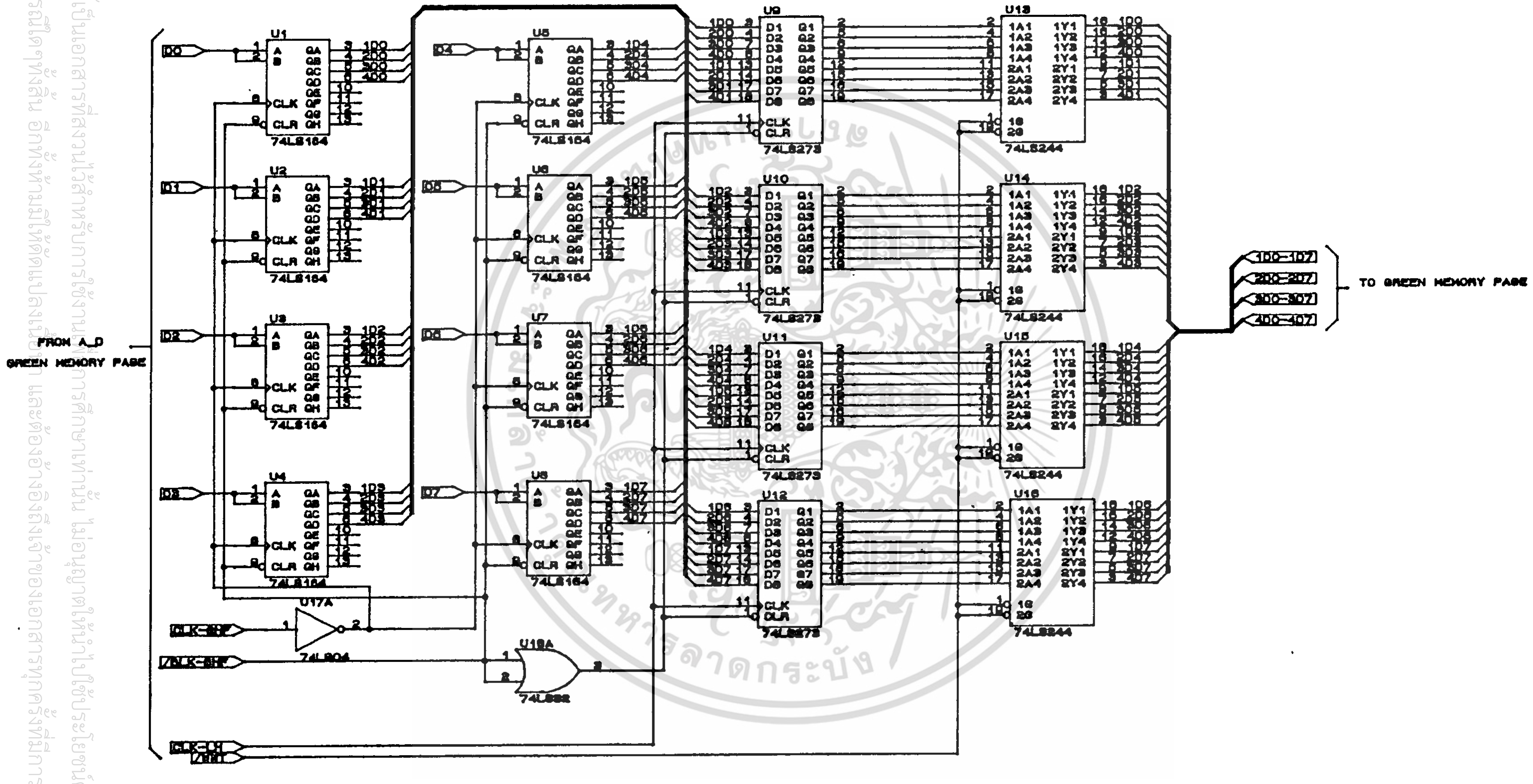


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BIO-MEDICAL ELECTRONIC	
Title	SHIFT DATA INPUT (RED PAGE)
Size B	Document Number	REV
Date: July 13, 1991	Sheet 1 of

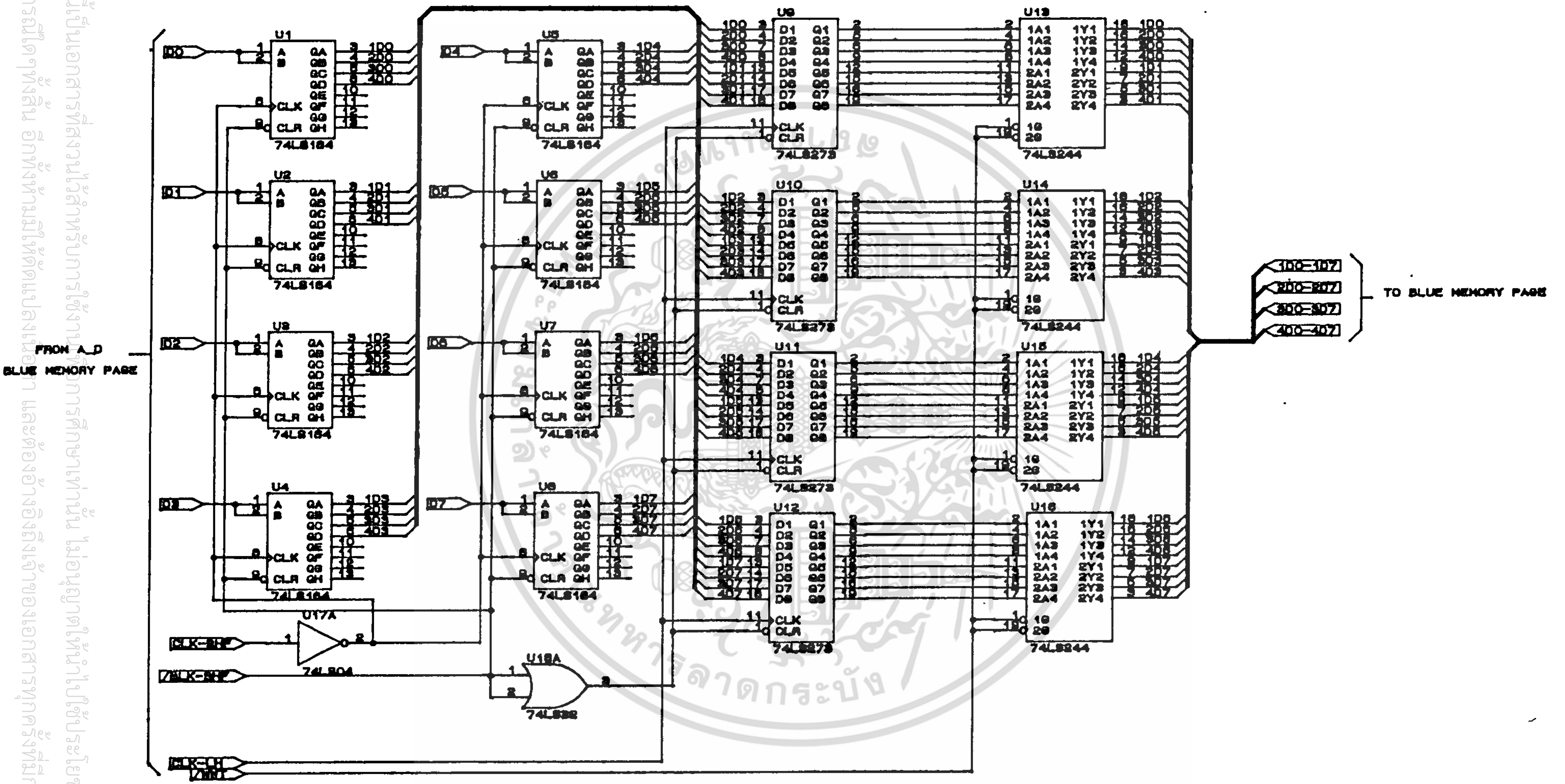
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BIO-MEDICAL ELECTRONIC

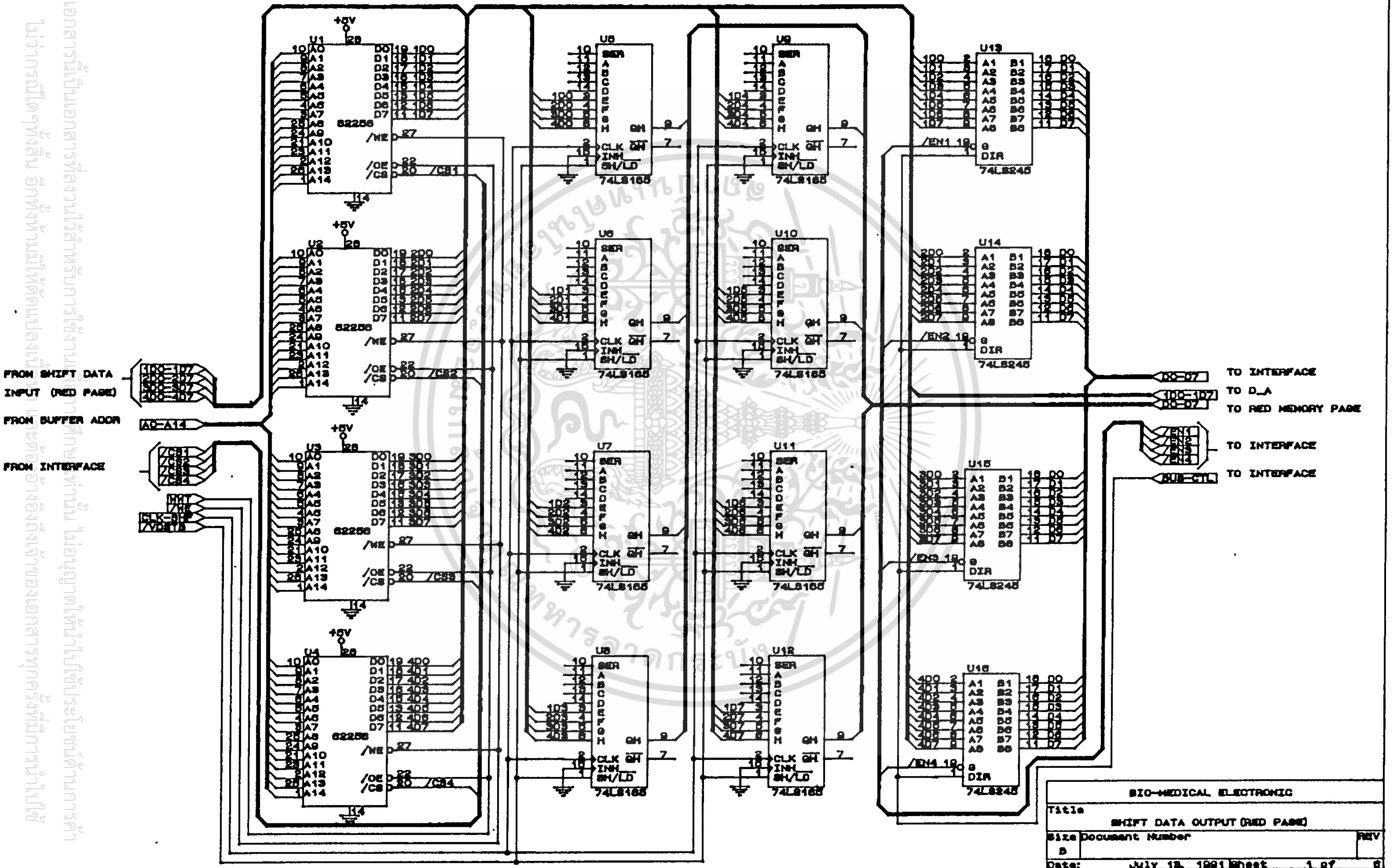
Title	SHIFT DATA INPUT (GREEN PAGE)
Size B	Document Number
Date: September 7, 1991	Sheet 2 of 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BIO-MEDICAL ELECTRONIC		
Title SHIFT DATA INPUT (BLUE PAGE)		
Size B	Document Number	REV
Date: September 8, 1991	Sheet 2 of	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



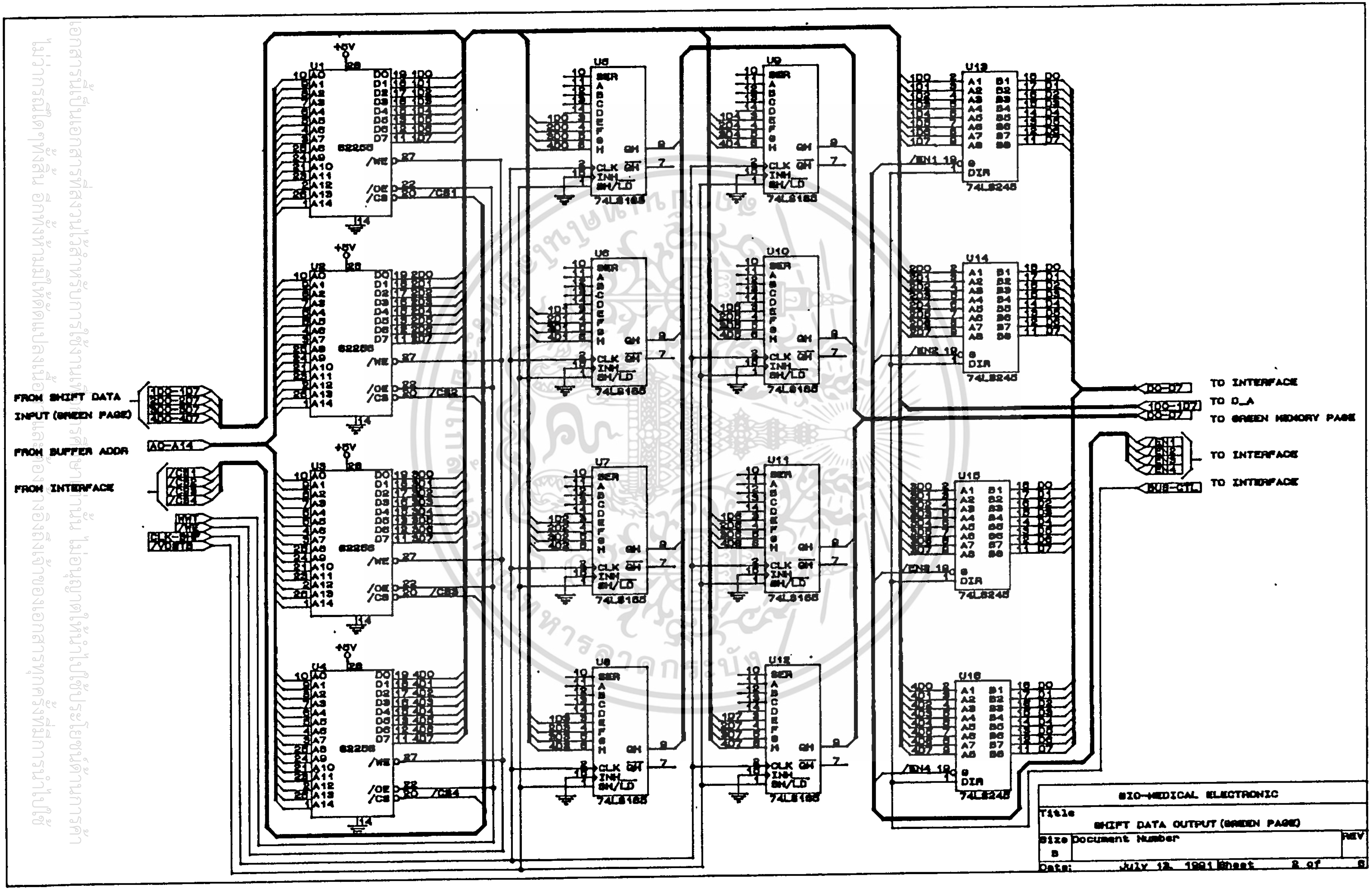
BIO-MEDICAL ELECTRONIC

Title: SHIFT DATA OUTPUT (RED PAGE)

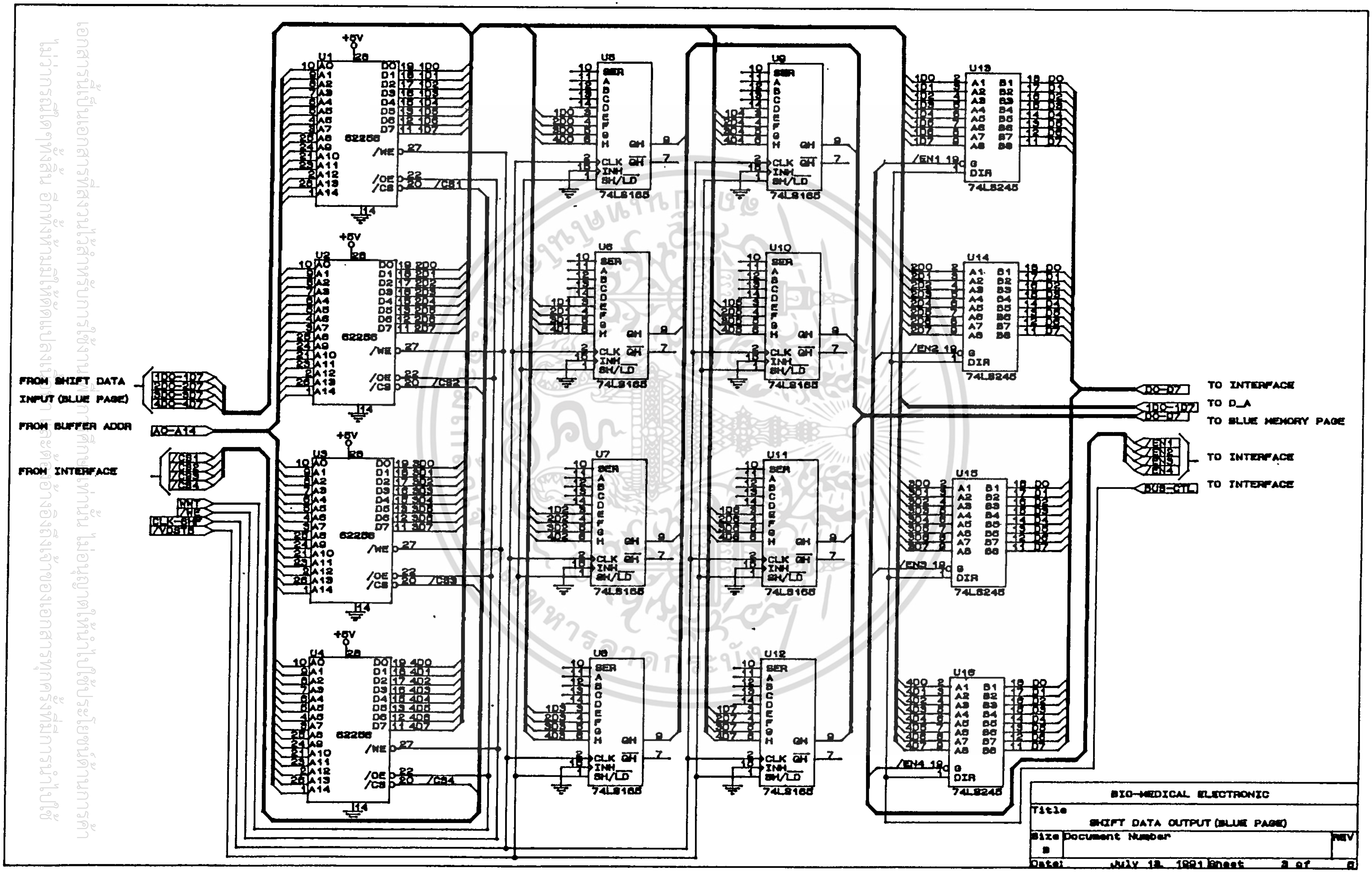
Size	Document Number	REV
B		

Date: July 19, 1991 Sheet 1 of 8

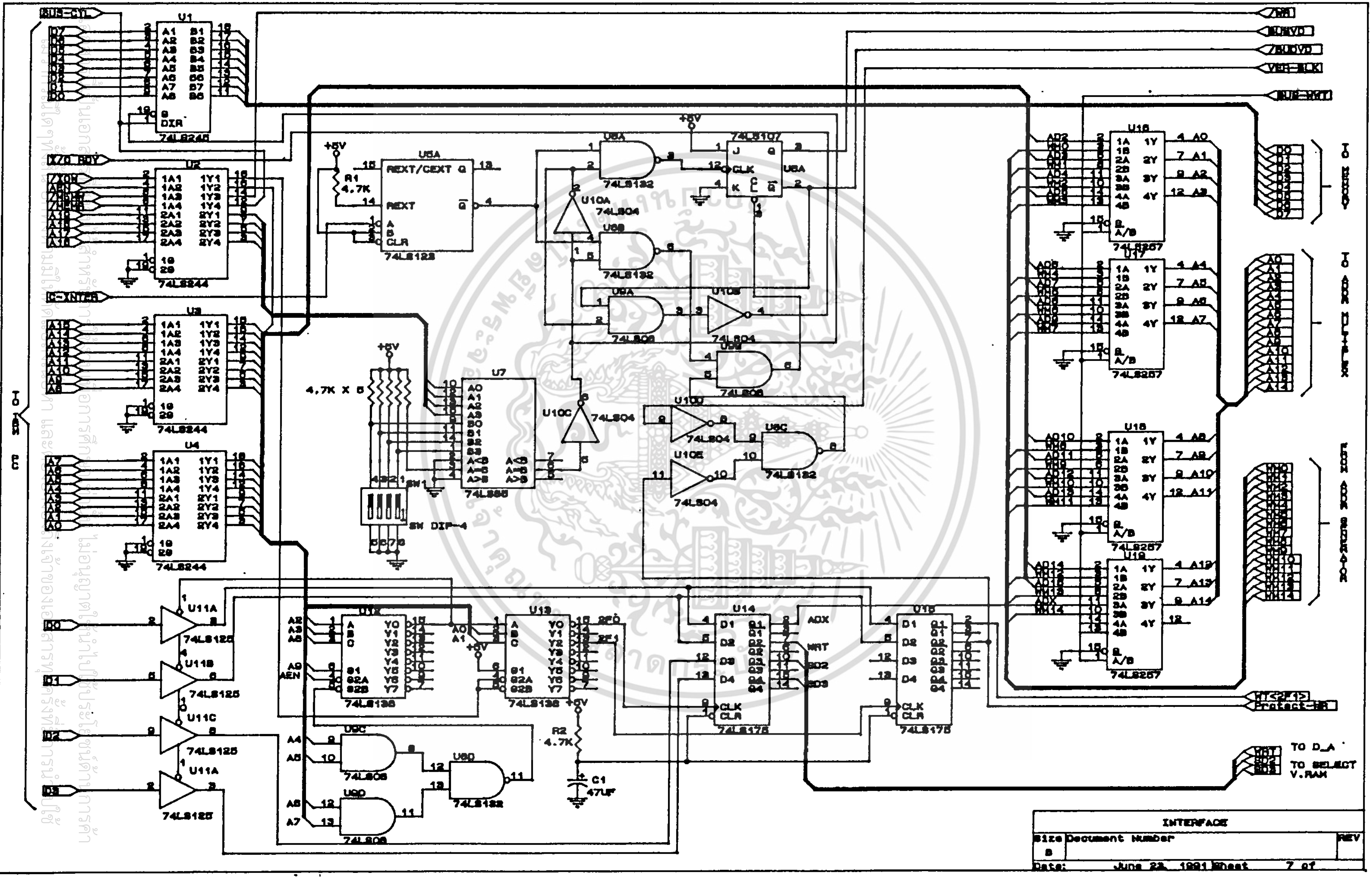
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



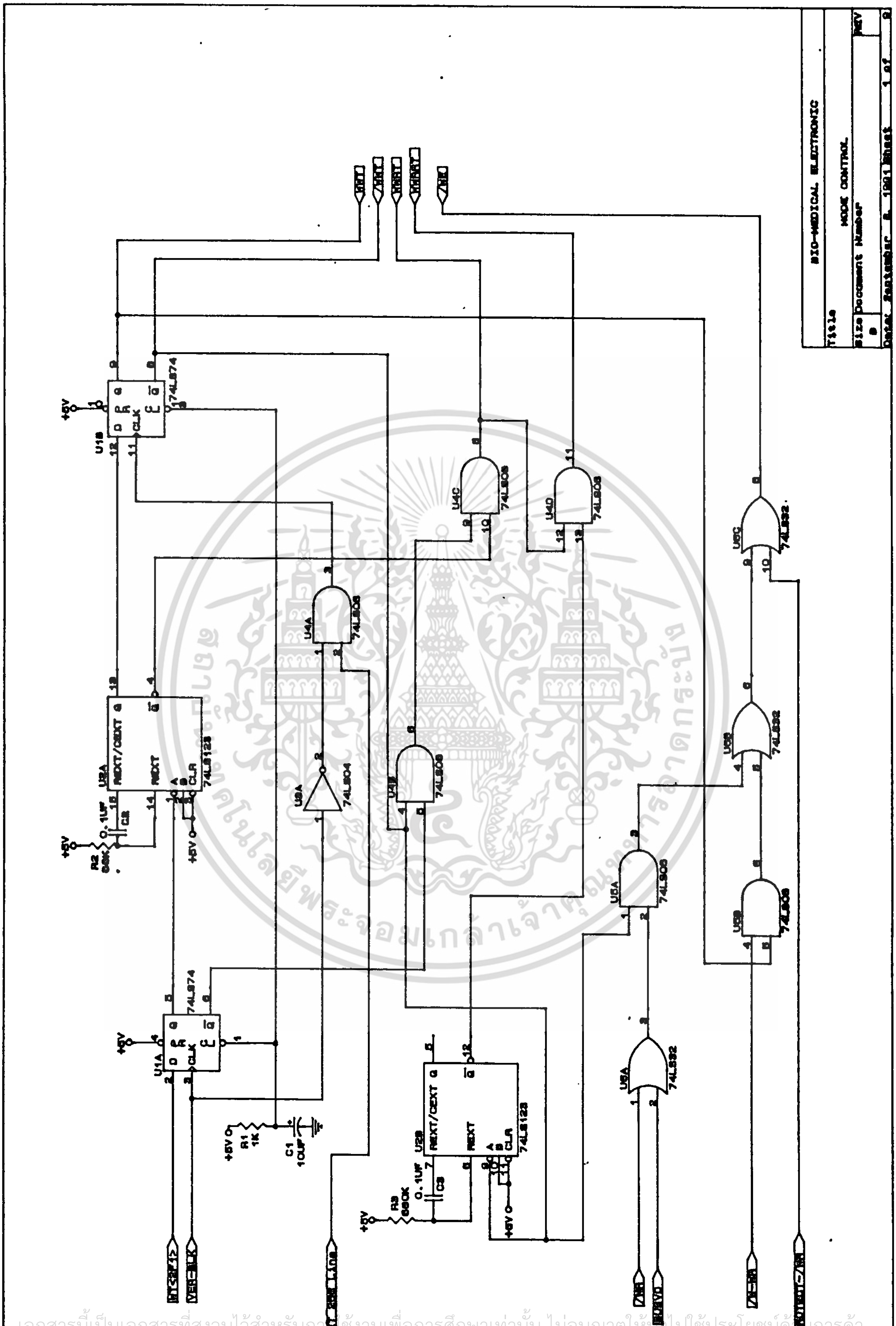
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



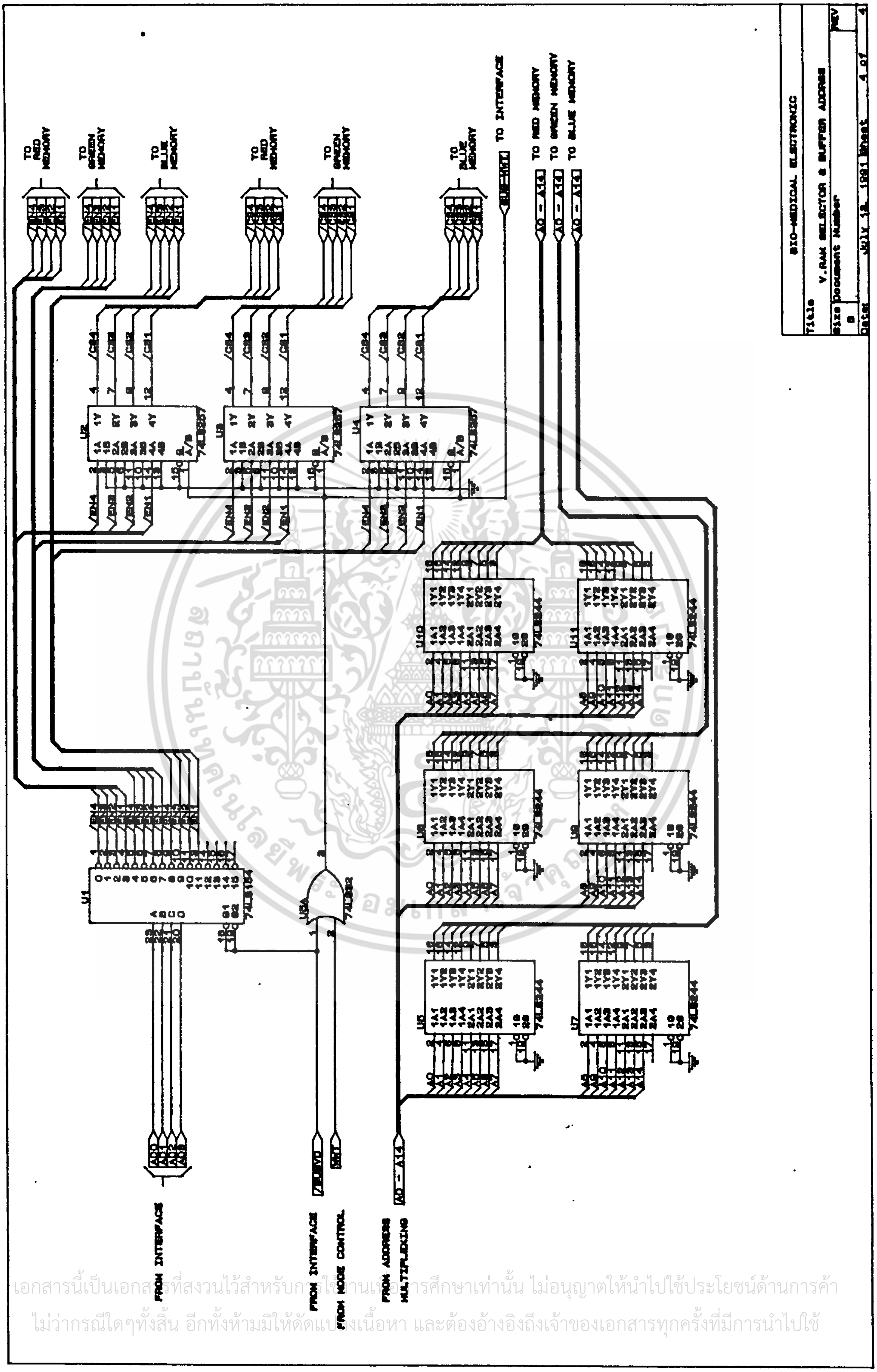
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



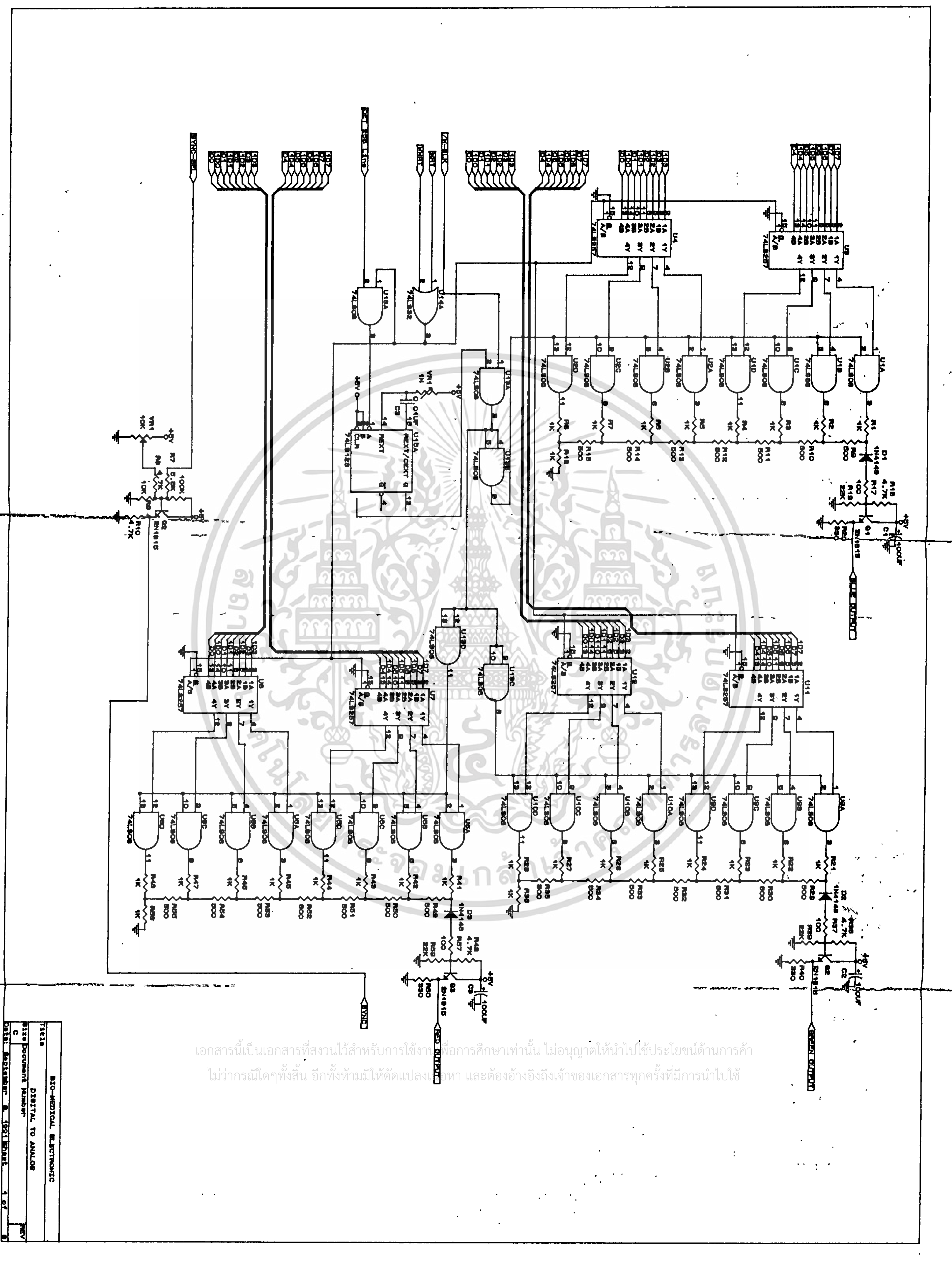
INTERFACE
Size Document Number REV
B
Date: June 23, 1991 Sheet 7 of
TO D_A
TO SELECT V.RAM
Protect-HR
VER-BLK
BUS-CTL
I/O BUS
I/O RDY
C-INTER
4.7K X 5
SW DIP-4
74LS245
74LS244
74LS123
74LS132
74LS107
74LS04
74LS08
74LS85
74LS138
74LS175
74LS125
74LS257
R1 4.7K
R2 4.7K
C1 47UF
+5V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้