ปริญญานิพนธ์

ระบบบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER

นางสาวณัฏฐา บุญอยู่

นายไมตรี สันติพงษ์สกุล

นายสุทัศน์ อรรถอินทรีย์

นายสุเทพ ไทยแท้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER

ผู้จัดทำ

นางสาวณัฏฐา บุญอยู่

นายไมตรี สันติพงษ์สกุล

นายสุทัศน์ อรรถอินทรีย์

นายสุเทพ ไทยแท้

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม .....

(อาจารย์กิติพงษ์ มะโน)

ลงนาม .....

(อาจารย์สันติ ตันตระกูล)

ลงนาม .....

(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

A021055

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 1287
วัน เดือน ปี -3 พ.ค. 2538

021055

หัวหน้าภาควิชา

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีรพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER

ชื่อนักศึกษา

1.นางสาวณัฏฐา บุญอยู่

2.นายไมตรี สันติพงษ์สกุล

3.นายสุทัศน์ อรรถอินทรีย์

4.นายสุเทพ ไทยแท้

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1.อาจารย์กิติพงษ์ มะโน

2.อาจารย์สันติ ตันตระกูล

3.อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือ
อาจารย์กิติพงษ์ มะโน	
อาจารย์สันติ ตันตระกูล	
อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
อาจารย์โกศล ตราชู	
อาจารย์ปิยะ จิตรธรรมมาภิรมย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 23 เดือนธันวาคม พ.ศ.2537 เวลา 10.00 น.ถึง 11.30 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ลงนาม .....

(ผศ.ดร.ธีรพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบการบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
2. เพื่อออกแบบวงจรบันทึกภาพระบบดิจิตอล
3. เพื่อสร้างวงจรบันทึกภาพระบบดิจิตอล
4. เพื่อแสดงผลการบันทึกภาพบนแผ่นดิสก์เก็ต, การแสดงผลจอภาพของคอมพิวเตอร์และการแสดงผลบนกระดาษ
5. เพื่อสามารถนำไปใช้ในการบันทึกภาพจากอุปกรณ์ประเภทกล้องโทรทัศน์ , กล้องวีดีโอ , วีดีโอเทปหรืออุปกรณ์อื่นใดที่สามารถกำเนิดสัญญาณภาพรวมได้

ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบระบบการบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
2. ได้เครื่องบันทึกภาพระบบดิจิตอล
3. ได้ภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อนไปใช้ประโยชน์ด้านวิจัยอื่น ๆ ต่อไป
4. ประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการซื้อเครื่องจากต่างประเทศมาก
5. นำไปพัฒนาต่อเนื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

(RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER)

นางสาวณัฏฐา บุญอยู่

นายไมตรี สันติพงษ์สกุล

นายสุทัศน์ อรรถอินทรีย์

นายสุเทพ ไทยแท้

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สันติ ตันตระกูล

อาจารย์สุชิน อาจหาญ

อาจารย์กิติพงษ์ มะโน

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ หัวข้อโครงงาน "ระบบการบันทึกภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ " เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำสัญญาณภาพ ซึ่งได้จากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิด กล้องถ่ายวีดีโอหรือสัญญาณภาพจากเครื่องเล่นวีดีโอเทป ซึ่งเป็นสัญญาณ อะนาล็อกนำมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณ ดิจิตอล เพื่อนำมาประมาวลผลและจัดรูปแบบนำไปบันทึกไว้ใน แผ่นดิสเก็ตขณะเดียวกันก็นำสัญญาณ ดิจิตอลมาเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณอะนาล็อกนำไปแสดงผลที่จอภาพได้ ขณะบันทึกสัญญาณภาพและแสดงผล โครงงานนี้ได้นำไมโครคอมพิวเตอร์มาช่วยควบคุมบันทึกข้อมูลแสดงผลภาพประมวลผลข้อมูลภาพได้เราสามารถนำโครงงานนี้มาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับ การทำสื่อการสอนด้วยภาพ การทำแฟ้มประวัติบุคคลการทำภาพเชิงซ้อน การพยากรณ์ภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER

MISS	NATTHA	BOONYU
MR.	MAITRI	SANTIPHONGSAKUL
MR.	SUTAT	ATTAINSEE
MR.	SUTHEP	THAITAE

ADVISOR

MR.KITTIPONG	MANO
MR.SANTI	TUNTRAKOOL
MR.SUCHIN	ADHAN

ABSTRACT

THIS THESIS PRESENTS OF THE "RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER" WITH MICROCOMPUTER. IT IS LEARN ABOUT OF VIDEO SIGNAL WHICH BRING FROM TV CLOSE CIRCUIT FOR VIDEO CAMERA OR VIDEO RECORD. WHICH IS ANALOG SIGNAL CONVERSE DIGITAL SIGNAL. BRING PASS PROCESS QUANTIQING TO STORAGE INTO FLOPPY DISE WITHIN THE CHANGE DIGITAL CONVERSE ANALOG SIGNAL DISPLAY OF CRT. THE RECORD SIGNAL AND DISPLAY OF PROJECT WITH RECORD SIGNAL AND DISPLAY SIGNAL. THIS PROJECT BY MICROCOMPUTER CONTROL DATA RECORDING DISPLAY AND PROCESS VIDEO DATA. THIS PROJECT USEFUL FOR VIDEO COMMUNICATION , RECORD FILES PERSONAL RESUME , VIDEO COMPLEX AND REDICTION OF SATELLITE.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงตรงตามวัตถุประสงค์ได้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์กิติพงค์ มะโน อาจารย์สุชิน อาจหาญ อาจารย์สันติ ตันตระกูล และอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษามาโดยตลอด ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณบัญชา ดอกคำ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
1.1	ส่วนประกอบต่าง ๆ	3
1.2	ที่มาและปัญญาของงานวิจัย	5
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น	7
2.1	ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิตอล	7
2.2	หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ	9
2.3	ลักษณะข้อมูลภาพ	11
2.4	การสุ่มแบบสม่ำเสมอและควอนไตเซชั่น	12
2.5	ลาปลาเซี่ยน	13
2.6	สัญญาณภาพและรายละเอียดของสัญญาณภาพจากกล้องทีวี	14
2.7	ภาพประกอบด้วยอะไรบ้าง	15
2.8	วิธีการสะแกนและการหักเหของลำอิเลคตรอน	16
2.9	เครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์	18
2.10	สัญญาณรวม	18
2.11	เทคนิคการแสดงกราฟิกบนจอแบบ RASTER SCAN	21
2.12	รูปแบบแฟ้มกราฟิกชนิดต่าง ๆ	25
2.13	VGA ฮาร์ดแวร์	27
2.14	การเชื่อมต่อเข้ากับระบบ MICROCOMPUTER	41
2.15	ตำแหน่งขาบนสล็อตของ IBM/PC	42
2.16	รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณบนสล็อตของ IBM/PC	44
บทที่ 3	การทำงานของวงจร	47
3.1	BLOCK DIAGRAME หน้าที่ของแต่ละวงจร	47
3.2	การทำงานของวงจรภาคต่าง ๆ	48
3.3	โปรแกรมควบคุม CARD	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	59
4.1	การทดลองที่ 1	59
4.2	การทดลองที่ 2	63
4.3	การทดลองที่ 3	87
บทที่ 5	สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ	94
5.1	สรุปผลการทดลอง	94
5.2	ข้อเสนอแนะ	95
5.3	อุปสรรคในการทำโครงงาน	95
ภาคผนวก ก บล็อคไดอะแกรมและวงจร		76
ภาคผนวก ข โปรแกรมและการทำงาน		85
ภาคผนวก ค ข้อมูลจำเพาะและรูปภาพแสดงผลหน้าจอ		130
บรรณานุกรม		148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1	7
รูปที่ 2.2	9
รูปที่ 2.3	10
รูปที่ 2.4	11
รูปที่ 2.5	13
รูปที่ 2.6	14
รูปที่ 2.7	17
รูปที่ 2.10	20
รูปที่ 2.11	24
รูปที่ 2.12	28
รูปที่ 2.13	30
รูปที่ 2.14	31
รูปที่ 2.15	32
รูปที่ 2.16	32
รูปที่ 2.18	38
รูปที่ 2.19	38
รูปที่ 2.20	39
รูปที่ 2.21	41
รูปที่ 2.22	43
รูปที่ 3.1	55
รูปที่ 3.2	56
รูปที่ 4.1	62
รูปที่ 4.2	64
รูปที่ 4.3	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1	35
ตารางที่ 2.2	35
ตารางบล็อคไดอะแกรม	36
ตารางที่ 2.3	36
ตารางที่ 2.4	38
ตารางที่ 2.5	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วจะเห็นได้จากเครื่องอำนวยความสะดวกที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานแทนคนในโรงงานอุตสาหกรรม, ระบบโทรศัพท์มือถือ, ระบบโทรศัพท์ภาพ เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างมากเกี่ยวกับการสร้างดาวเทียม, สมองเทียมเริ่มจากการนำเอาข้อมูลภาพที่ได้จากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพ เช่น กล้องวีดีโอ, วีดีโอเทป, เครื่องรับ-ส่งโทรทัศน์ เป็นต้น โดยสัญญาณภาพที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพเหล่านี้จะเป็นสัญญาณภาพแบบอนาล็อก (ANOLOG) ต้องนำมาทำการแปลงให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล (DIGITAL) เพื่อนำไปประมวลผลบนคอมพิวเตอร์เมื่อคอมพิวเตอร์รับข้อมูลหรือใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นเราเรียกว่า "ขบวนการสร้างภาพและจดจำภาพของคอมพิวเตอร์ (COMPUTER IMAGE PROCESSING AND ECOCNIZATION)

การประมวลผลสัญญาณภาพในระบบดิจิตอล (DIGITAL IMAGE PROCESSING) จำเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูลหรือสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปอนาล็อกให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอลก่อน ซึ่งจุดนี้จะเป็นจุดเริ่มแรกที่ต้องทำในการประมวลผลภาพ ในบทนี้จะกล่าวถึงประวัติการพัฒนาขบวนการประมวลภาพในระบบดิจิตอล โดยการใช้คอมพิวเตอร์ตั้งแต่เริ่มจนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบัน

ความสนใจในเทคนิคการทำภาพในระบบดิจิตอล (DIGITAL IMAGE) ได้เกิดขึ้นในงานส่งข่าวสารเป็นภาพข้อมูลตัวเลขทางเคเบิลใต้น้ำ ระหว่างลอนดอนกับนิวยอร์ค ซึ่งเป็นการส่งภาพแบบ "บาร์ทเลน เคเบิล" (BARTLAN CABLE) มาใช้ในต้น ค.ศ. 1920 ซึ่งลดเวลาในการส่งภาพข้ามมหาสมุทรแอตแลนติค ภาพต่าง ๆ จะนำมาเข้าโค้ดเพื่อส่งทางเคเบิลและ รับที่ปลายทางด้วยอุปกรณ์รับข้อมูลภาพและพิมพ์โดยเทเลกราฟพริ้นเตอร์ (TELEGRAPH PRINTER) พิมพ์ภาพเหมือนออกมา ภาพที่ได้ในระยะแรกมีปัญหาทางด้านคุณภาพของภาพและวิธีการในการทำภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบาร์เลนในระยะเริ่มแรกสามารถเข้าโค้ดได้ในระดับความเข้ม 5 ระดับและได้เพิ่มขึ้นเป็น 15 ระดับในปี ค.ศ.1929 ในระหว่างนี้เองวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ได้รับการปรับปรุงขึ้นโดยการนำระบบที่ใช้การเข้าโค้ดกับลำแสงที่มอดดูเลทแม้ว่าหลังจากนั้นได้มีการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการส่งภาพเรื่อยมากว่า35 ปีโปรแกรมที่ใช้ยังมีขนาดใหญ่และประสิทธิภาพต่ำในปี ค.ศ. 1964 ห้องทดลอง JET PROPULSION (BASACONA CALIFORNIA)ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ส่งลงมาจากอวกาศโดยใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ได้มีการกำจัดสัญญาณที่มากับสัญญาณของภาพดวงจันทร์บนกล้องโทรทัศน์ซึ่งเทคนิคเหล่านี้เป็นหลักการเบื้องต้นในการปรับปรุงภาพและทำภาพกลับ (ENHANCEMENT AND RESTORATION)

ตั้งแต่ ค.ศ.1964 เป็นต้นมาเทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลสัญญาณ-ภาพได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ สาขาวิชาก็ได้ใช้เทคนิคของการประมวลผลภาพทางดิจิตอลแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการวิ-เคราะห์และตีความหมายของภาพตัวอย่าง เช่น ทางด้านการแพทย์ขบวนการทางคอมพิวเตอร์ ได้ช่วยปรับแยกสี หรือเข้าโค้ดระดับความเข้มของภาพให้อยู่ในระดับที่ง่ายต่อความเข้าใจหรือแปลความหมาย ส่วนนักภูมิศาสตร์ก็ใช้เทคนิคเหล่านี้ในการศึกษาประชากรจากภาพที่ถ่ายจากที่สูง หรือภาพถ่ายดาวเทียม

วิธีการของ (IMAGE ENHANCEMENT และ RESTORATION)ได้ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของภาพสามารถสร้างส่วนที่มองไม่เห็นออกมาได้ เช่น ภาพทางโบราณคดีซึ่งเป็นภาพมัว ๆ ทำให้ข้อมูลสำคัญหายไป หรือถูกทำลายไป ก็สามารถดึงภาพกลับมาได้

วัตถุโดยทั่วไปมีลักษณะเป็น 3 มิติ การสร้างภาพของวัตถุเหล่านี้ใช้เทคนิคพื้นฐานในการสร้างภาพวัตถุสามมิติจากโปรเจคชั่นสองมิติได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การนำภาพจากการฉายรังสีเอ็กซ์ ซึ่งทางการแพทย์เรียกว่า คอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟี่ (COMPUTER TOMOGRAPHY:CT) การพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในด้าน RADIO ASTRONOMY และยังนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้าน ศิลปะ และการตรวจสอบทางอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นปัญหาของการประมวลผลภาพดิจิตอลจึงอยู่ที่การทำความเข้าใจกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ และยังต้องการวิทยาการใหม่ ๆ เกี่ยวกับความสามารถทางเครื่องจักรอุปกรณ์ในการกวาดภาพ (IMAGE SCANNING) และการแสดงผลในราคาที่ต่ำลงและได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ

บันทึกสัญญาณภาพ (IMAGE PROCESSOR) เป็นหัวใจที่สำคัญของระบบการประมวลสัญญาณภาพซึ่งในส่วนนี้จะประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์หลายอย่างโดยจะมีหน้าที่หลัก ๆ 4 อย่างคือ ควบคุมการรับภาพเข้ามาเก็บ การเก็บข้อมูลภาพ การประมวลผลเบื้องต้น และการแสดงผลทางมอนิเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การควบคุมการรับภาพหรือ การควบคุม (DIGITIZER) โดยกลุ่มภาพที่รับเข้ามาที่อินพุทเป็นสัญญาณอนาล็อกซึ่งอาจได้มาจากกล้องทีวีหรืออุปกรณ์ อื่น ๆ

2. การเก็บข้อมูลภาพตอนแรกจะเก็บที่เฟรมบัฟเฟอร์ซึ่งเป็นหน่วยความ- จำที่สามารถเก็บข้อมูลที่เป็นดิจิตอล โดยทั่วไปแล้วหน่วยความจำนี้รวมอยู่กับอิมเมจโปรเซสเซอร์ ในการอ่านหรือเขียนเฟรมบัฟเฟอร์นี้ต้องใช้ความเร็วสัมพันธ์กับความถี่และสัญญาณต่าง ๆ ของทีวี

3. การประมวลผลเบื้องต้น คือการกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิกดัง-นั้นส่วนนี้มักจะเรียกว่า ALU ซึ่งถูกออกแบบทางฮาร์ดแวร์มาโดยเฉพาะ เพื่อเพิ่มความเร็วโดยการประมวลผลแบบขนาน

4. แสดงผลทางมอนิเตอร์ (DISPLAY MODUL) มีหน้าที่อ่านข้อมูลจาก หน่วยความจำแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาล็อกเพื่อแสดงออกที่ จอภาพแบบระดับเทาและแบบกราฟฟิก

ดิจิไตเซอร์ (DIGITIZER) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณภาพที่เป็นสัญญาณอนาล็อกให้เป็นตัวเลขเชิงดิจิตอล เพื่อให้สามารถนำไปประมวลผลหรือใช้ได้กับดิจิตอลคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์พื้นฐานสำคัญที่รับ อินพุท คือ กล้องวีดีโอ สแกนเนอร์ เครื่องเล่นวีดีโอเทป เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันแพร่หลายก็มีอยู่ 2 อย่างคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วีดีคอน กับ PHOTOSENSITIVE SOLID-STATE ARRAYS ซึ่งอุปกรณ์สองชนิดนี้เป็นตัวจำแนกภาพที่สามารถเก็บภาพที่ต้องการได้และมีประโยชน์เพิ่มขึ้นที่สามารถดิจิไตเซอร์ภาพธรรมชาติที่มีความเข้มแสงเพียงพอที่จะแบ่งแยกความแตกต่างได้หลอดวีดีคอนคาเมล่าร์ (VIDICON CAMERA) จะไปตกกระทบที่ผิวหน้าของหลอดโฟโตเซนทิ-ทีฟ (PHOTOSENSITIVE) ภาพที่ไปปรากฏที่ผิวหน้าของหลอดจะทำให้เกิดรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ สื่อกระแสไฟฟ้า (CONDUCTIVITY) ตามการกระจายของแสงที่จะสะท้อนมาจากภาพในขณะที่ลำอิเล็กตรอน (ELECTRON BEAM) กำลังสแกนบนผิวของจอภาพ นี้จะสร้างความศักย์ให้เกิดขึ้นที่คอลเลคเตอร์ (COLLECTOR) ของหลอดตามความสว่างของแสงที่มากระทบหลอดดิจิตอลอิมเมจที่ได้โดยการเอาสัญญาณที่คอน-เลคเตอร์นี้ไปในตำแหน่งที่ตรงกันกับ สแกนวิดีคอน (SCANNING VIDICON) นี้มักจะอยู่ในรูปของกล้อง ทีวีและเอาสัญญาณ ทีวี นี้ไปใช้ในการสร้างส่วนต่าง ๆ ของภาพ (IMAGE)

ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (DIGITAL COMPUTER) ถึงแม้ว่า อิมเมจโปรเซสซิ่งนั้นมีความสามารถที่จะประมวลผลอยู่แล้วแต่ยังมีความเร็วในการใช้งานต่ำและทำงานในฟังก์ชั่นต่างๆ ได้น้อยดังนั้นจึงพบว่าอิมเมจโปรเซสซิ่งมักจะอินเตอร์เฟสเข้ากับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถทำอะไรได้หลายอย่างโดยอาศัย ซอฟท์แวร์ (SOFT WARE) เป็นตัวควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับ อิมเมจโปรเซสซิ่ง มีขนาดตั้งแต่ไมโครคอมพิวเตอร์จนถึงระบบซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ที่สามารถคำนวนฟังก์ชั่นที่ยาก ๆ บนอาเรย์ (ARRAYS) ของภาพที่มีขนาดใหญ่ได้ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความต้องการเบื้องต้นในการกระทำทางข้อมูลทั้งหมดซึ่งมี หน่วยความจำสำรองเพื่อรองรับข้อมูลต่าง ๆ ที่มีขนาดใหญ่

STORAGE DEVICES ดิจิตอลอิเมจขนาด 512X512 พิกเซลซึ่งแต่ละพิกเซลเข้าระหัสเป็น 8 บิท จะต้องใช้หน่วยความจำทั้งหมดถึง 256 กิโลไบท์ ดังนั้นในการออกแบบระบบอิมเมจโปรเซสซิ่งโดยทั่วไปแล้วขนาดของหน่วยความจำขนาดใหญ่ที่พอเพียงเป็นสิ่งจำเป็น หน่วยความจำที่ใช้อยู่ทั่วไปมีอยู่ 3 แบบ คือ MAGNETIC DISK,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAGNETIC TAPE, OPTICOL DISK โดยที่ MAGNETIC DISK และMAGNETIC TAPE มีความจุประมาณ 700 M byte จะเก็บภาพได้ประมาณ 2800 ภาพ ส่วน OPTICOL DISKS เป็นอุปกรณ์ที่ทำการอ่านและเขียนด้วยเลเซอร์ (LASER) เทคโนโลยีซึ่งมีความจุประมาณ 4 Gb ซึ่งสามารถเก็บภาพได้ประมาณ 16,000 ภาพต่อดิสก์หนึ่งแผ่น

DISPLAY AND RECORDING ทีวีสีและทีวีโมโนโครมเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้แสดงผลในระบบอิมเมจโปรเซสซิ่งและสัญญาณเอาท์พุทนี้สามารถส่งไปยังระบบบันทึกหรือ HARD COPY ที่มีลักษณะภาพเหมือนบนจอมอนิเตอร์ได้ด้วยในระบบ CRT นั้นสัญญาณแนวนอน (HORIZONTAL) และ สัญญาณแนวตั้ง (VERTICAL) ของแต่ละจุดบนจุดภาพซึ่งจะเปลี่ยนเป็นแรงดันเพื่อใช้ในการ DEFLECT ELECTRON BEAM ของ CRT ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการทำให้ภาพโดยที่แต่ละจุดนั้นเมื่อมีค่าของข้อมูลต่ำสุดจะเป็นสีดำและสูงสุดจะเป็นสีขาว

การพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์นั้นเป็นงานที่ไม่ต้องการรายละเอียดมากนักเมื่องานที่ยังไม่ใช้ได้ เครื่องพิมพ์เลเซอร์นั้นจะใช้ลักษณะของตัวอักษรที่สามารถให้ความแตกต่างของระดับเทาแตกต่างกันพิมพ์ออกมาเป็นภาพแต่ในปัจจุบันนั้นมีเครื่องพิมพ์แบบหัวเข็มสามารถพิมพ์แบบจุดภาพซึ่งจะให้รายละเอียดดีกว่า LINE PRINTER ในการพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์เราจำเป็นต้องใช้โปรแกรมในการควบคุมการพิมพ์เพื่อให้ได้ภาพตามที่ต้องการ

1.2 ที่มาและปัญหาของงานวิจัย

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นคือ เนื่องจากอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์มีราคาสูงมากเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ขนาดใหญ่ซึ่งมีราคาสูง เพราะฉะนั้นจึงได้นำเอาการประมวลผลภาพดิจิตอลนี้มาประยุกต์ใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งมีราคาต่ำกว่า และประสิทธิภาพอื่น ๆ ก็เริ่มพัฒนาขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป

เมื่อใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กแล้วก็ควรที่จะเลือกใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมกับขนาดของเครื่องนี้ด้วย และจะต้องมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงพอเพื่อที่จะทำการประมวลผลอิมเมจด้วย ซึ่งในที่นี้ก็ได้เลือกใช้ภาษาซี ซึ่งจะได้กล่าวถึงเหตุผลในการเลือกใช้ภาษานี้ต่อไป

ฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่ในตอนแรกนั้นเป็นส่วนที่เปลี่ยนข้อมูลภาพที่เป็นอนาล็อกให้เป็นดิจิตอล ซึ่งมีซอฟแวร์ที่ใช้ในการทำอยู่เพียงไม่กี่อย่างเช่นเก็บข้อมูล แสดงผลพิมพ์ข้อมูลลงบนกระดาษ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการทำงานวิจัย ดังนั้นจึงได้เขียนซุอฟแวร์ช่วยงานอื่น ๆ ขึ้นมาอีก เช่น ทำให้การเก็บข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลและทำจอภาพให้เป็นสีพื้นสีเดียว เพื่อประโยชน์ในการพิมพ์ภาพลงบนกระดาษ และการเก็บข้อมูลภาพเป็นบางส่วน ซึ่งทำให้เราได้ภาพที่ตรงกับความต้องการและมีขนาดภาพที่ชัดเจนและเหมาะสม

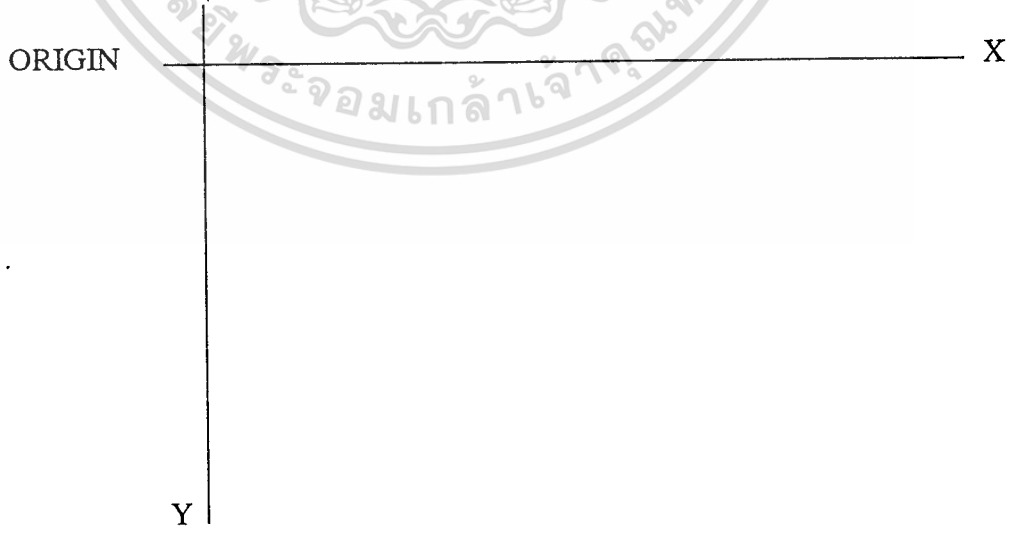
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น

ในการประมวลสัญญาณภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูลหรือสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปอนาล็อกให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอล เพื่อประโยชน์ในการคำนวณและประมวลผลได้ง่าย ในบทนี้จะกล่าวถึง ความหมายของภาพในระบบดิจิตอลและคณิตศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิตอล

ภาพในเชิงคณิตศาสตร์จะหมายถึงฟังก์ชั่น 2 มิติ f (x,y) โดย x และ y เป็นแกนพิกัดในระนาบ 2 มิติ ค่าฟังก์ชั่น f (x,y) จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งเราเรียกว่า "ระดับสีเทา" ในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงระนาบและจุดพิกัดของภาพซึ่งปกติเราจะให้จุดกำเนิดของแกนพิกัด (COORDINATE) อยู่ทางมุมซ้ายของภาพ



รูปที่ 2.1 ระนาบและพิกัดที่ใช้ในระบบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ 2 มิติแทนด้วยฟังก์ชั่น f (x,y) โดย x และ y เป็นแกนในระนาบของภาพค่าของฟังก์ชั่นที่จุด (x,y) คือความเข้มของแสงที่จุดนั้น เนื่องจากแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้น f (x,y) ต้องไม่เป็นศูนย์และมีค่า (finite) นั่นคือ

$$0 < f(x,y) < \alpha \qquad (2.1.1)$$

โดยธรรมชาติของแสง ซึ่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสงและส่วนที่สะท้อนของแสงดังนั้นเราสามารถแยกฟังก์ชั่น f (x,y) ออกเป็น 2 ส่วนคือ อิลูมินชั่นคอมโพเน้นท์ (illuminstion coponent) r (x,y) จะได้ว่า

$$f(x,y) = i(x,y) \times r(x,y) \qquad (2.1.2)$$

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < \alpha \qquad (2.1.3)$$

และ

$$0 < r(x,y) < 1 \qquad (2.1.4)$$

สมการ (2.1.4) แสดงให้เห็นว่าฟังก์ชั่นการสะท้อนถูกจำกัดขอบเขตระหว่าง 0 (ซึ่งหมายถึง การดูดซึมโดยสมบูรณ์) และ 1 (หมายถึง การสะท้อนโดยสมบูรณ์) ธรรมชาติของ i(x,y) ขึ้นอยู่กับวัตถุที่สะท้อนแสงมาเข้าตา

ดังกล่าวมาแล้วความเข้มของภาพที่จุด (x,y) เราเรียกว่าระดับสีเทา 1 จากสมการที่ (2.1.2) ถึง (2.1.4) จะเห็นว่า 1 ควรอยู่ในช่วง

$$Lmin < 1 < Lmin \qquad (2.1.5)$$

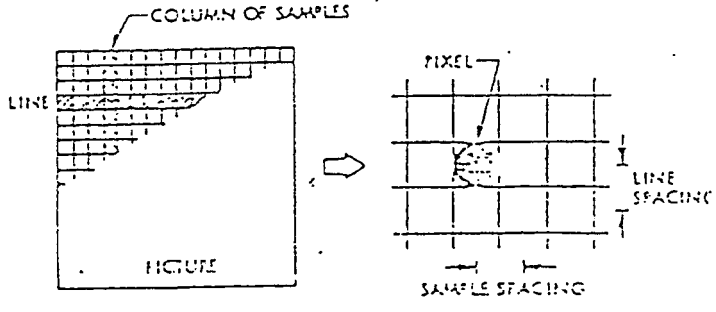
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางทฤษฎี Lmin ต้องมีค่าบวก ในขณะที่ Lmin ต้องมีค่าน้อยกว่าอนันต์ในทางปฏิบัติ Lmin = Lmin Rmin และ Lmin = Lmin Rmin ช่วงของ Lmin, Lmin เราเรียกว่าช่วงของระดับสีเทา ในทางปฏิบัติโดยใช้หลักคณิตศาสตร์เรานิยมปรับช่วงของ (Lmin, Lmin) ให้เป็นช่วง (0,1) โดย L =0 หมายถึงดำสนิท และ L=1 หมายถึงขาว

2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

ในการประมวลผลภาพดิจิตอล (DIGITAL IMAGE) ต้องใช้อุปกรณ์พื้นฐาน 3 ชนิดคือ คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล , อุปกรณ์อินพุท (INPUT DEVICE) ได้แก่ อิมเมจดิจิไตเซอร์ (IMAGE DIGITIZER) และอุปกรณ์เอาท์พุท (OUTPUT DEVICE) คืออุปกรณ์แสดงภาพ

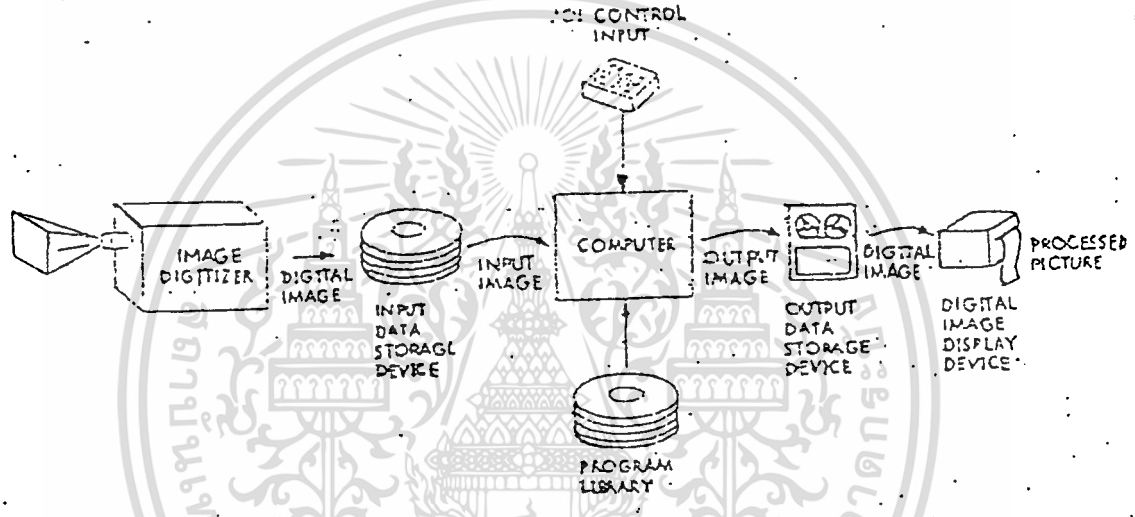
โดยทั่วไปนั้นข้อมูลภาพยังไม่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ทันที เนื่องจากคอมพิวเตอร์ทำงานเกี่ยวกับระบบตัวเลขจึงต้องแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลขก่อนจึงเรียกการแปลงนี้ว่าดิจิไตเซชั่น(DIGITIZATION) แสดงในรูป 2.2 โดยภาพจะถูกแบ่งเป็นส่วนเล็ก ๆ เรียกว่าพิกเจอร์อิเลเมนต์ (PICTURE - ELEMENTS) หรือพิกเซล (PIXELS) มีลักษณะเป็นสีเหลี่ยมจัตุรัสแต่ละพิกเซลจะมีระดับความสว่าง หรือมืดแตกต่างกันไป ซึ่งจะแสดงความสว่างหรือความมืดของภาพที่จุดนั้น



รูปที่ 2.2 PICTURE ELEMENTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการประมวลภาพประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นสัญญาณทางด้านดิจิตอล ซึ่งเรียกว่า ดิจิไตเซอร์ ส่วนประมวลผล (PROCESSING) และส่วนแสดงผล (DISPLAY) แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ระบบประมวลผลภาพดิจิตอล

จากรูปที่ 2.3 ส่วนแรกคือ ส่วนที่เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล กล้อง (CAMERA) เปรียบเสมือนดวงตาของมนุษย์ ทำหน้าที่เปลี่ยนภาพวัตถุมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าและส่งให้ดิจิไตเซอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณดิจิตอลอุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่กล้องโทรทัศน์ดิจิไตเซอร์ซึ่งภายในประกอบด้วยหลอดวิดิคอนทำหน้าที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าทางแสงภาพถูกโฟกัสลงบนผิวของหลอดและถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความสว่างของภาพในตำแหน่งนั้น ๆ จากนั้นทำการควอนไตซิ่ง ข้อมูลภาพที่ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

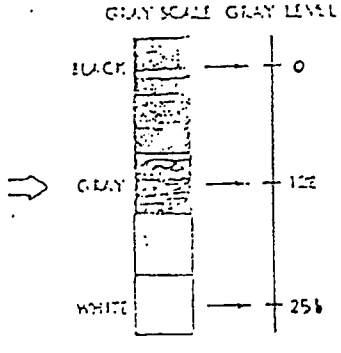
ส่วนประมวลผลคือ คอมพิวเตอร์ซึ่งเปรียบเสมือนสมองทำหน้าที่ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

ส่วนแสดงผลทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลตัวเลข (ซึ่งเป็นระดับสีเทา) ที่เก็บเป็นอาร์เรย์ในคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมและสื่อความหมายกับมนุษย์ได้ คือ เป็นภาพที่ปกติทั่ว ๆ ไป อุปกรณ์ในส่วนนี้ได้แก่ มอนิเตอร์ ทีวี เครื่องพิมพ์ที่สามารถแสดงผลในรูปกราฟได้

ภาพ 1 ภาพ ที่ถูกเปลี่ยนจากสัญญาณดิจิตอลสำหรับคอมพิวเตอร์นี้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพที่ต้องการและจะมีผลทำให้ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมากในการเก็บข้อมูลภาพ 1 ภาพ เช่น การเก็บภาพ 1 ภาพ ขนาด 256 X 256 จุด ที่มีความแตกต่างของระดับความเข้มของแต่ละจุดเท่ากับ 256 ระดับจะต้องใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำถึง 64 กิโลไบท์ ดังนั้นในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นคว้าวิจัยหาวิธีการที่จะเก็บภาพด้วยคอมพิวเตอร์ โดยให้ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำให้น้อยที่สุด และยังรักษาความละเอียดของภาพตามการใช้งานได้อีกด้วย

2.3 ลักษณะข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพจะถูกแทนด้วยอาร์เรย์จตุรัส (RECTANGULAR ARRAY) ของเลขจำนวนเต็ม โดยแสดงตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละพิกเซลซึ่งบอกเป็นแถวกับหลัก และระดับความเข้มของแต่ละพิกเซล ซึ่งมีถึง 256 ระดับ ที่ระดับความเข้ม 256 แทนสีขาว สว่างมากที่ระดับความเข้ม 0 แทนสีดำคือบริเวณมืด ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 GRAY-LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสุ่มแบบสม่ำเสมอและควอนไตเซชั่น

(Uniform sampling and Quntization)

เพื่อที่จะประมวลสัญญาณภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชั่นของภาพ f (x,y) จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพซึ่งเราเรียกว่า การสุ่มภาพ (Image sampling) ค่าของฟังก์ชั่นที่ได้เรียกว่า การควอนไตเซชั่นระดับสีเทา (gray-level quantization)

สมมุติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง f (x,y) ถูกดิจิไตซ์ ในระนาบ X-Y เป็นช่วงเท่า ๆ กัน เราสามารถจัด f (x,y) ให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ ขนาด N x N ได้ดังสมการ (2.4.1)

$$f(x,y) = \begin{vmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1,N-1) \end{vmatrix} \quad (2.4.1)$$

ทางขวาของสมการจะเรียกว่าภาพดิจิตอลและทุก ๆ สมาชิกของเมตริกซ์จะเรียกว่า พิกเซล จากขบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้นจะเห็นว่า เราต้องทราบขนาดความละเอียดของภาพ N x N พิกเซล และจำนวนระดับของสีเทา ในทางปฏิบัติการคำควอนไตเซชั่นในระบบภาพดิจิตอล จะเป็นค่าของ 2 ยกกำลังจำนวนเต็ม คือ $N = 2^{-}$ (2.4.2) และ $G = 2^{-}$ (2.4.3)

เมื่อ G คือจำนวนระดับของระดับสีเทา ดังนั้นจำนวนบิทที่ใช้เก็บภาพหนึ่งภาพที่ถูกดิจิไตซ์ คือ

$$B = N \times N \times m \quad \text{bit} \quad (2.4.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างภาพขนาด 128 X 128 พิกเซล และระดับสีเทาจำนวน 64 ระดับ ต้องใช้หน่วยความจำขนาด 98,304 bit

2.5 ลาปลาเชี่ยน (Laplacian)

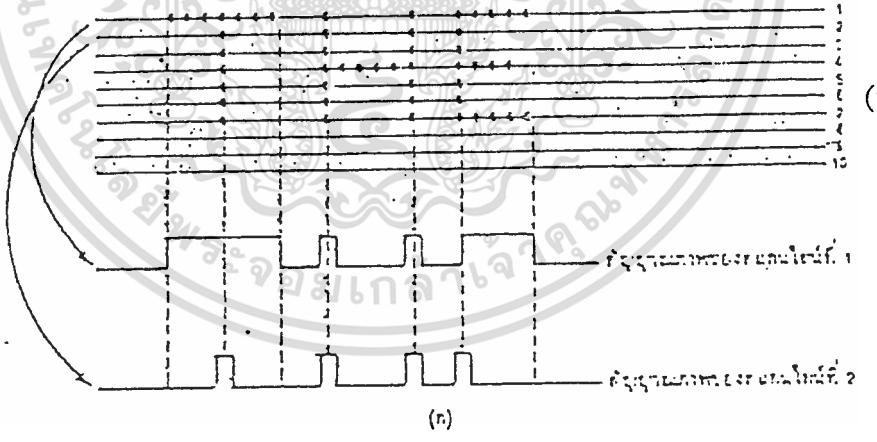
ค่าลาปลาเชี่ยนของฟังก์ชั่น 2 ตัวแปร f (x,y) ถูกกำหนดโดย

$$f(x,y) = (a\ f/ax) + (a\ f/ay)$$

และจากนิยามฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม 2 มิติจะได้

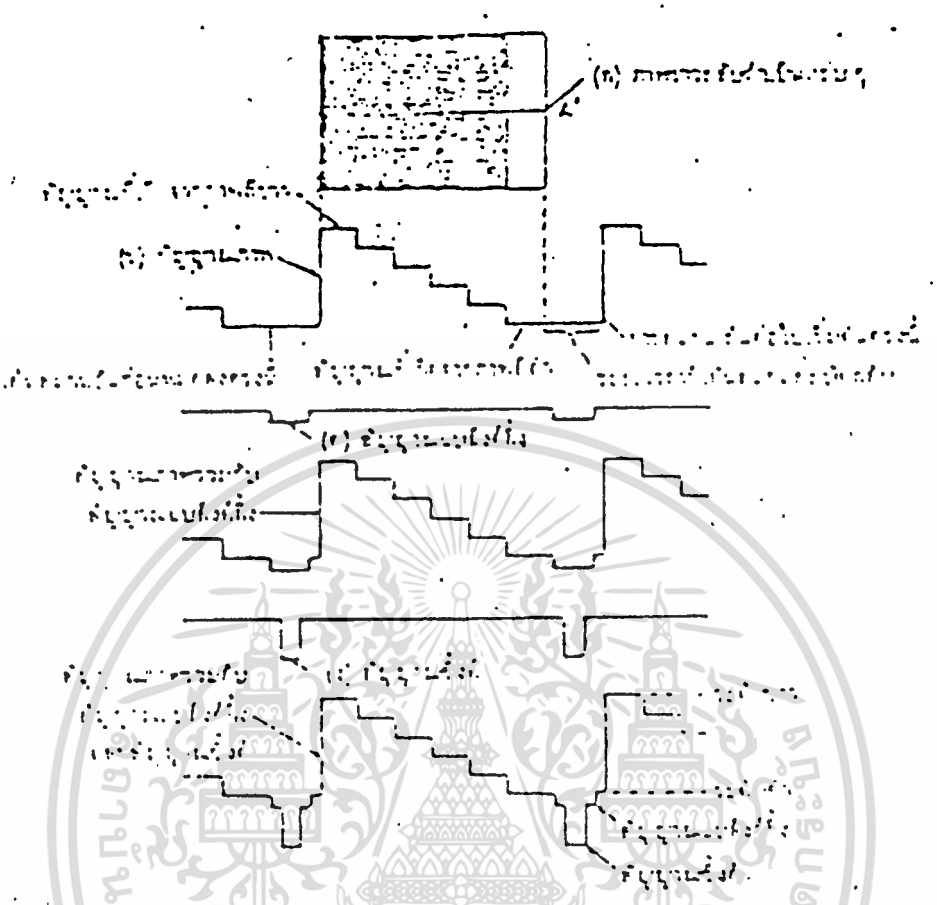
$$F(\ f(x,y)) \qquad (2\pi)\ (x + v)\ F(u,v)$$

การทำลาปลาเชี่ยนมีประโยชน์ในการลากขอบเขตของภาพ



แสดงรูปคลื่นของสัญญาณต่าง ๆ ในการแสดงภาพทางดิจิตอล (ก) แสดงสัญญาณภาพทางดิจิตอล (ข) สัญญาณภาพรวมในการแสดงภาพทางดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปร่างของสัญญาณโทรทัศน์ที่เกิดจากภาพขาวสลับดำเป็นแถบ ๆ

2.6 สัญญาณภาพและรายละเอียดของสัญญาณภาพจากกล้องทีวี (VIDEO SIGNAL AND TELEVISION SIGNAL DISCRIPTION)

ภาพที่ตาเราสามารถมองเห็นได้นั้น เกิดขึ้นเนื่องจากมีแสงไปกระทบที่วัตถุนั้นแล้วสะท้อนมาเข้าตาเรา ถ้าหากไม่มีแสงเราจะไม่สามารถมองเห็นภาพนั้นได้เลยและการที่เราสามารถมองเห็นภาพเป็นสีต่าง ๆ ได้นั้นก็เนื่องจากว่าวัตถุนั้นๆ มีความสามารถในการดูดกลืนแสงของแต่ละสีไม่เท่ากัน จึงทำให้เราสามารถเห็นวัตถุนั้นเป็นสีต่าง ๆ ได้

ปกติแล้วภาพที่เห็นนั้นก็คือแสงที่สะท้อนออกจากวัตถุนั้น ๆ ในการเปลี่ยนความเข้มของแสงที่สะท้อนออกมาให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเราเรียกสัญญาณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณ312 ร 2537

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ได้นี้ว่า "สัญญาณภาพ" อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนความเข้มของแสงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้านั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่ที่นิยมและรู้จักกันดีคือหลอดวีดีคอนซึ่งเราจะพบอยู่ทั่วไปในรูปของกล้องวีดีโอ หรือกล้องทีวี

สัญญาณภาพที่ได้มาจากกล้องวีดีโอหรือกล้องทีวีนั้นมีลักษณะเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่อง (ANALOG SIGNAL) และจะมีลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณรวมหลาย ๆ สัญญาณ (COMPOSITE VIDEO SIGNAL) ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณต่างๆ ดังนี้

1. สัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอน (Horizontal Blanking)
2. สัญญาณแบล้งค์กิ้งทางแนวนอน (Horizontal Blanking)
3. สัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้ง (Vertical Sync Pulse)
4. สัญญาณแบล้งค์กิ้งทางแนวตั้ง (Vertical Blanking)
5. สัญญาณภาพ (Video Signal)

2.7 ภาพประกอบด้วยอะไรบ้าง

หากพิจารณาดูภาพหรือรูปที่ปรากฏในหน้าหนังสือหรือวารสารต่าง ๆ แล้วจะเห็นว่าเภาพเหล่านี้ประกอบขึ้นด้วยจุดเล็ก ๆ

ในทำนองเดียวกัน ภาพที่ปรากฏบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์นั้นก็ประกอบขึ้นด้วยเส้นขวางเล็ก ๆ ในแนวนอนเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละเส้นนี้ก็มีทั้งส่วนที่ดำสนิท ส่วนที่ดำจางและส่วนที่สว่างมากรวมกันอยู่ เส้นขวางเล็ก ๆ ตามแนวนอนเหล่านี้เรียกว่าเส้นสแกนซึ่งประกอบด้วยส่วนหรือจุดเล็ก ที่มีทั้งมืดและสว่างปะปนกันดังนั้นภาพที่ปรากฏบนจอหลอดภาพจึงประกอบขึ้นด้วยจุดเล็ก ๆ เหล่านี้เรียกว่าส่วนประกอบของภาพ (Picture elements) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความละเอียดของภาพมากหากจำนวนจุดเล็ก ๆ หรือจำนวนเส้นสแกนในแนวนอนมีมากยิ่งขึ้นเท่าไร ภาพที่เห็นบนจอหลอดภาพก็จะมองดูละเอียดมากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1287

2.8 วิธีการสแกนและการหักเหของลำอิเลคตรอน

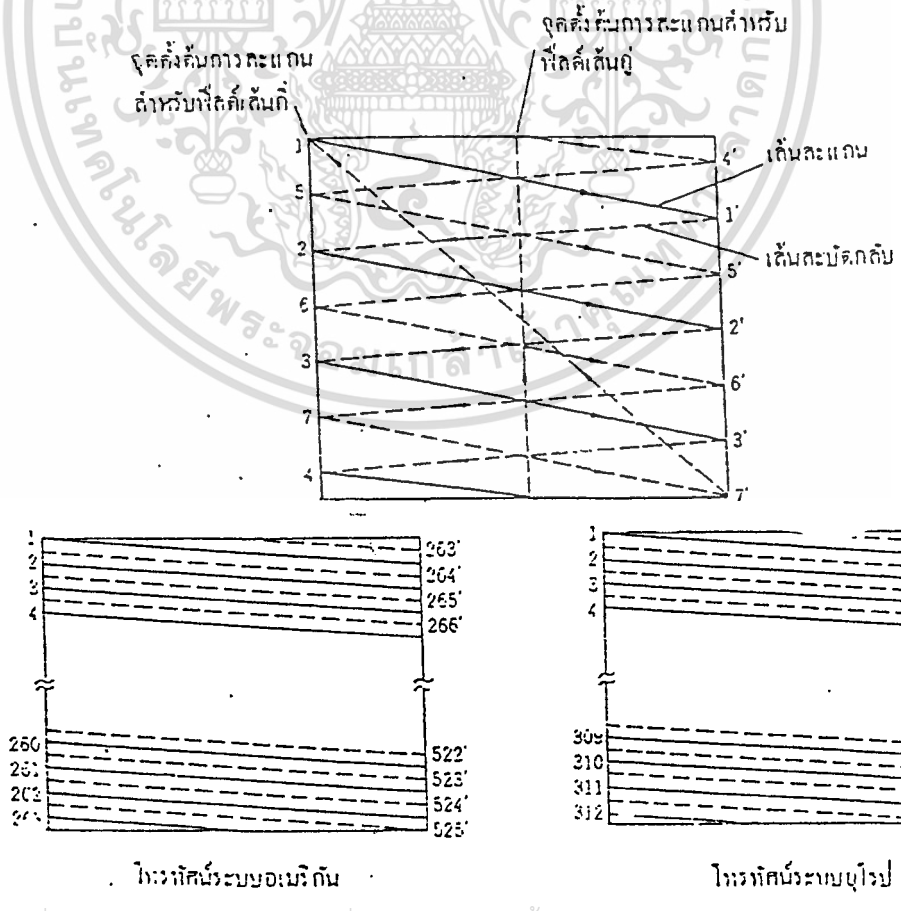
ภายในหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ อิเลคตรอนที่หลุดออกมาจากแคโถด (Cathod) และถูดดึงดูดให้วิ่งเป็นลำไปกระทบแคโนดหรือจอภาพ ซึ่งฉาบวัสดุเรืองแสงบางชนิดเอาไว้จะทำให้มองเห็นเป็นจุดสว่างขึ้นก็คือการทำให้จุดสว่างนี้เคลื่อนที่ไปในจังหวะที่ถูกต้องทั้งในแนวนอนและแนวตั้งของจอหลอดภาพโดยอาศัยความเข้มของสนามแม่เหล็กเข้าช่วยตามรูปที่ 2.7

โดยปกติการสแกนจะเริ่มต้นขึ้นโดยการทำให้จุดสว่างเคลื่อนที่จากซ้ายมือด้านบนของจอไปทางขวามือในแนวนอน ซึ่งเมื่อไปถึงตำแหน่งขวาสุด ก็จะถูกเบนต่ำลงเล็กน้อย แล้วก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือ เพื่อเคลื่อนที่มาทางขวามือในแนวนอนอีกเป็นอยู่เช่นนี้เรื่อย ๆ จนกระทั่งจุดสว่างไปถึงตำแหน่งขวามือข้างล่างสุดของจอหลอดภาพก็เป็นการเสร็จสิ้นการสแกนภาพนิ่งภาพหนึ่ง ซึ่งเรียกกันว่า เฟรม (Frame) หลังจากนั้นลำอิเลคตรอนก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางด้านซ้ายมือบนสุดของจอหลอดภาพอีกเพื่อสแกนภาพนิ่งอันดับต่อไป อย่างไรก็ตามเพื่อลดอาการกระพริบของภาพ การสแกนภาพนิ่งแต่ละภาพจึงมักนิยมจัดทำสองครั้งในแบบของการสแกนไขว้กัน โดยกำหนดให้ภาพนิ่งหนึ่งเฟรมประกอบด้วยภาพนิ่งสองฟิลด์และเริ่มต้นด้วยการสแกนภาพนิ่ง ฟิลด์เส้นคี่ก่อนเมื่อเสร็จสิ้นถึงตำแหน่งขวามือล่างสุดของจอภาพแล้ว จึงกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือบนสุดของจอแล้วเริ่มต้นสแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคู่ ต่อไปจนถึงตำแหน่งขวามือล่างสุดหลังจากนั้นก็จะเริ่มต้นสแกนภาพนิ่งอันดับอื่นต่อไปใหม่ ฉะนั้นการสแกนภาพนิ่งหนึ่งภาพหรือหนึ่งเฟรมจึงประกอบด้วยการสแกนภาพนิ่งด้วย ฟิลด์เส้นคี่ และการสแกนภาพนิ่งด้วย ฟิลด์เส้นคู่ สำหรับโทรทัศน์ระบบเอมริกัน จะใช้เส้นสแกน 525 เส้นต่อภาพและ 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่งแต่ละภาพหรือภาพนิ่งแต่ละเฟรมจะประกอบด้วยเส้นสแกนแนวนอน 252 เส้น และภาพนิ่งแต่ละฟิลด์ก็จะมีเส้นสะแกนแนวนอน 262 1/2 เส้น ภาพนิ่งแต่ละภาพนี้จะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 1/30 วินาที ความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยที่ใช้ในการหักเหทางแนวนอน ซึ่งใช้เวลา 1/30 วินาที สำหรับทำให้เกิดสะแกนแนวนอน 525 เส้น ก็จะมีค่าเป็น (525) (30) หรือ 15,750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮิทซ์ ส่วนความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยสำหรับการหักเหทางแนวนอน และการหักเหทางแนวตั้งก็จะมีค่าเป็น (625) X (25) หรือ 15,625 เฮิทซ์ และ 50 เฮิทซ์ ตามลำดับ

ความถี่ของกระแสสำหรับการหักเหทางแนวนอน และการหักเหทางแนวตั้งทั้งสองนี้ ได้แสดงการเปรียบเทียบตามรูปที่ 2.8 ในระยะเวลาครบรอบหนึ่ง ๆ ของกระแสรูปฟันเลื่อยจะประกอบด้วยส่วนที่เพิ่มขึ้นจากค่าต่ำสุดไปหาค่าสูงสุด ซึ่งตรงกับเวลาที่จุดสว่างใช้ไปในการสแกนจากซ้ายมือสุดไปจนถึงขวามือสุด และส่วนที่ลดลงจากค่าสูงสุดไปหาค่าต่ำสุด จะตรงกับระยะเวลาที่จุดสว่างบนจอภาพใช้ไปในการสะบัดกลับจากขวามือสุดไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือสุด โดยปกติระยะเวลาที่มีเส้นสะบัดกลับจะเป็นช่วงเวลาดังกล่าวแล้วนี้ ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อันใดเลย จึงมักหาวิธีทำให้เกิดสิ่งอื่นมาข่มจุดสว่างในช่วงเวลานี้ เพื่อมิให้สังเกตเห็นได้ทางจอภาพ สัญญาณที่ใช้ลบเส้นสะบัดกลับนี้เรียกว่า "สัญญาณแบล้งค์กิ้ง"



รูปที่ 2.7 การสะแกนสองครั้งสำหรับภาพนิ่งแต่ละภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการสแกนภาพนิ่งจะกระทำติดต่อกันไปเรื่อยๆ โดยมีจำนวนเส้นต่อภาพ และจำนวนภาพต่อวินาที ตามแต่ชนิดของระบบโทรทัศน์ที่ใช้ภาพที่มาปรากฏบนจอหลอดภาพของเครื่องรับจึงมีผลเหมือนกับการฉายภาพนิ่ง ซึ่งแต่ละภาพแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย เป็นจำนวนหลาย ๆ ภาพต่อวินาที และด้วยคุณลักษณะพิเศษของสายตาเกี่ยวกับการพัฒนาระดับสายตานี้ (PERSISTENCE OF VISION) จึงทำให้มองเห็นภาพบนจอหลอดภาพเครื่องรับโทรทัศน์ เป็นภาพที่เคลื่อนไหวติดต่อกันไปตลอดเวลา

2.9 เครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์ จำเป็นต้องมีการสแกนทางแนวนอนและการสแกนทางแนวตั้งพร้อมกันจึงจะมีภาพเกิดขึ้นที่เครื่องรับโทรทัศน์

ภาพที่ปรากฏขึ้นบนจอ จำเป็นต้องอาศัยวงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง ซึ่งแต่ละวงจรจะมีกระแสรูปฟันเลื่อยไหลผ่านทางด้านกล้องโทรทัศน์ ก็จำเป็นต้องอาศัยความถี่ทั้งสองช่วยทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้า เช่นเดียวกันความถี่ทางวงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรของการหักเหทางแนวตั้งที่ใช้ในเครื่องส่งโทรทัศน์ และที่ใช้ในเครื่องรับโทรทัศน์นี้ จะต้องเท่ากันตลอดเวลาจึงจะทำให้เกิดภาพขึ้นทางเครื่องรับโทรทัศน์ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีวิธีทำให้ความถี่ของวงจรดังกล่าวทางเครื่องส่งและทางเครื่องรับโทรทัศน์เท่ากันอยู่ทุกขณะตามรูปที่ 2.9 โดยเครื่องส่งหรือกล้องทีวีจะส่งสัญญาณชนิดหนึ่งที่เรียกว่า สัญญาณซิ้งค์ไปพร้อมกับสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง สัญญาณซิ้งค์นี้จะช่วยทำให้ความถี่ในวงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง ในเครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์เท่ากัน เพื่อทำให้เกิดภาพที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ตลอดเวลาได้

2.10 สัญญาณรวม

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าสัญญาณที่ออกจากเครื่องส่ง หรือกล้องทีวีมีหลายสัญญาณพอจะอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1. สัญญาณเสียง และสัญญาณภาพ เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อทำให้เกิดภาพและเสียงทางเครื่องรับโทรทัศน์ ตามความต้องการ

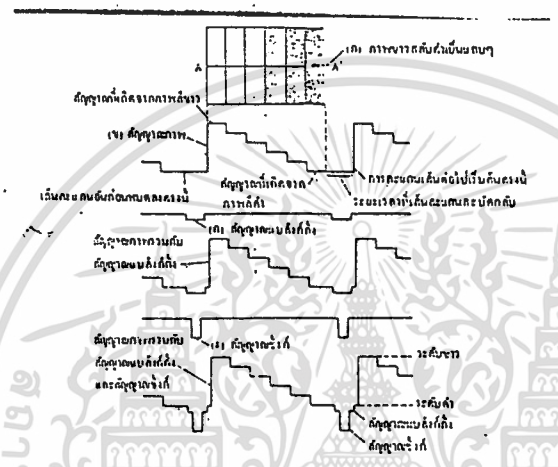
2.10.2. สัญณาณแบล้งค์กิ้ง เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อลบเส้นสแกนสะบัดกลับทั้งในแนวนอนและในแนวตั้งเพื่อมิให้สังเกตเห็นได้ชัดทางจอภาพสำหรับโทรทัศน์ระบบอเมริกาวงจรของการหักเหแนวนอนมีความถี่ 15,750 เฮิทซ์ ฉะนั้น ในระยะเวลา 1/15,750 วินาที หรือ 63.5 ไมโครวินาทีจะต้องเกิดเส้นสแกนสะบัดกลับครั้งหนึ่ง จึงต้องใช้แบล้งค์กิ้งพัลซ์ทางแนวนอนหนึ่งครั้ง โดยมีขนาดประมาณ 10 ไมโครวินาที ในทำนองเดียวกันทุก ๆ ระยะ 1/60 วินาที หรือ 16,667 ไมโครวินาที ก็ต้องใช้แบล้งค์กิ้งพัลซ์ทางแนวตั้งครั้งหนึ่ง โดยมีขนาดประมาณ 1,250 ไมโครวินาที

2.10.3. สัญญาณซิ้งค์ เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อช่วยให้วงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรหักเหทางแนวตั้ง ในเครื่องส่งกับเครื่องรับมีความถี่ตรงกันตลอดเวลาสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอนมีความถี่ 15,750 เฮิร์ต ซึ่งเท่ากับความถี่ของวงจรหักเหทางแนวนอนและสัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งก็มีความถี่ 60 เฮิร์ต ซึ่งจะเท่ากับความถี่ของวงจรหักเหทางแนวตั้งเหมือนกัน เนื่องจากว่าความถี่ของสัญญาณซิ้งค์มีค่าเท่ากับความถี่ของสัญญาณแบล้งค์กิ้งพอดี จึงจำเป็นต้องป้องกันการรบกวนที่อาจเกิดขึ้นโดยจำเป็นต้องกำหนดขนาดของซิ้งค์พัลซ์ให้น้อยกว่าขนาดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์ กล่าวคือทำให้ซิ้งค์พัลซ์ทางแนวนอนมีขนาดเพียง 5 ไมโครวินาที และซิ้งค์พัลซ์ทางแนวตั้งมีขนาดเพียง 190 ไมโครวินาทีเท่านั้น นอกจากนี้ยังใช้วิธีส่งซิ้งค์พัลซ์เหล่านี้ปนกับแบล้งกิ้งพัลซ์อีกด้วย โดยให้ฐานของซิ้งค์พัลซ์อยู่ทับขอบบนของแบล้งกิ้งพัลซ์อีกชั้นหนึ่ง เมื่อจัดขอบเขตความต่างศักย์ให้ระดับสูงสุดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์เป็นระดับดำมืดจนมองไม่เห็นแล้ว ระดับของซิ้งค์พัลซ์ที่อยู่บนยอดสูงสุดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์ ก็จะเป็นระดับดำมืดสนิท และไม่ทำให้เกิดการรบกวนภาพที่จอหลอดภาพแต่อย่างใด

2.10.4. สัญญาณอีควอไลซิ่ง เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อช่วยให้สัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งยังคงมีรูปร่างดีเหมือนเดิมหลังจากแยกออกมาจากสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอนแล้ว นอกจากนี้ยังช่วยในการสแกนแบบไขว้กันเป็นไปโดยเรียบร้อยสม่ำเสมอ รวมทั้งสัญญาณซิ้งค์ทางนอนก็ไม่ขาดหายไปในช่วงเวลาของสัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งอีกด้วย ขนาดของพัลซ์ที่กล่าวถึงนี้จะเท่ากับสัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งหรือ 190 โมโครวินาที

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือประมาณสามเท่าของขนาดสัญญาณซิ้งทางแนวนอนและยังนิยมแบ่งพัลซ์นี้ออกเป็น 6 พัลซ์เล็ก ๆ ด้วยกันตามรูปที่ 2.10 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอนครั้งหนึ่งในทุก ๆ สองครั้งที่มีพัลซ์เล็ก ๆ นี้ นอกจากนี้ยังนิยมแบ่งสัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งออกเป็นพัลซ์เล็ก ๆ เช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.10 รูปร่างของสัญญาณโทรทัศน์ที่เกิดจากภาพขาวสลับดำเป็นแถบ ๆ

สัญญาณโทรทัศน์ที่มีลักษณะภาพรวมกับสัญญาณอื่น ๆ หลายอย่าง ตามรูป 2.10 นี้มีชื่อเรียกว่า “สัญญาณภาพรวม”

รูปที่ 2.9 แสดงภาพขาวสลับดำซึ่งเริ่มจากสีขาว สีดำจาง ๆ และสีดำสนิทเป็นแถบ ๆ กล้องโทรทัศน์จะเปลี่ยนภาพนี้ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งเมื่อรวมกับสัญญาณแบล้งกิ้งและสัญญาณซิ้งค์แล้ว ก็จะได้สัญญาณภาพรวมตามที่แสดงไว้ ภาพแต่ละชนิดจะให้สัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความถี่สูงต่ำแตกต่างกันสำหรับโทรทัศน์ระบบอเมริกา ความถี่สูงสุดของภาพไม่ควรเกิน 4 เมกกะเฮิร์ต และสำหรับโทรทัศน์ระบบยุโรป ความถี่สูงสุดนี้จะไม่ควรเกิน 5 เมกกะเฮิร์ต ในเรื่องนี้ ภาพที่เกิดจากสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่สูงย่อมละเอียดกว่าหรือมีจำนวนจุดดำอันเป็นส่วนประกอบของภาพมากกว่าภาพที่เกิดจากสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเครื่องรับโทรทัศน์รับเอาสัญญาณโทรทัศน์มาได้แล้ว ก็จะมีการแยกเอาสัญญาณต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาถึงนี้ไปให้วงจรซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เพื่อทำให้เกิดภาพและเสียงตามต้องการสัญญาณเสียงก็จะผ่านไปยังวงจรเสียงสัญญาณภาพและสัญญาณแบล้งค์กิ้ง ก็จะตรงไปยังแคโถด หรือกริดของหลอดภาพ ส่วนสัญญาณซิ้งค์นั้นเมื่อแยกออกจากสัญญาณภาพรวมแล้วก็จะผ่านไปยังวงจรแยกซิ้งค์ วงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง

2.11 เทคนิคการแสดงกราฟฟิกบนจอแบบ RASTER SCAN

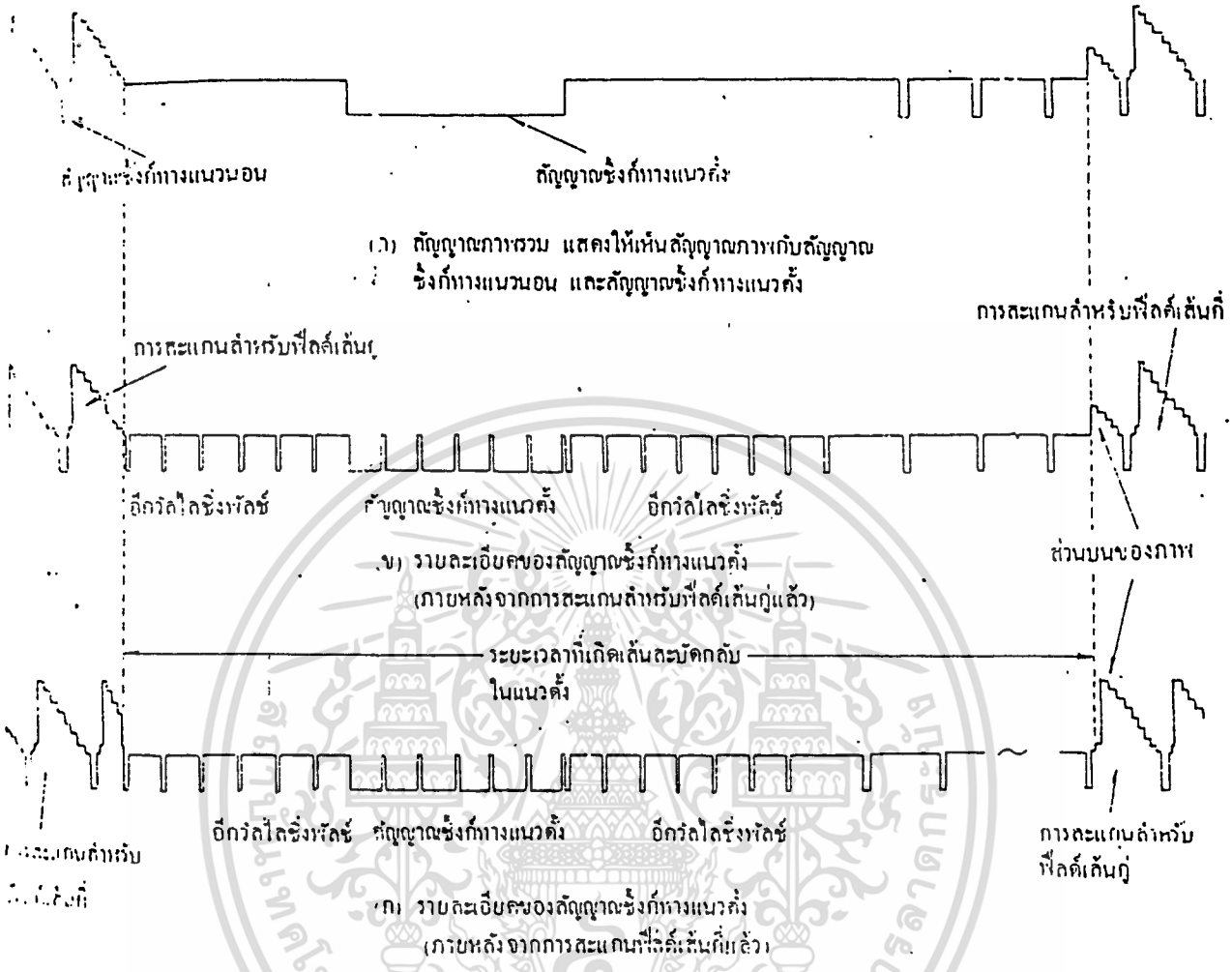
เทคนิคการแสดงกราฟฟิก อาจจะแบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. บิทแม็ป (BIT MAPPED)
2. เวกเตอร์ (VECTOR)

วิธีการของบิทแม็ป คือ ทุกจุดบนหน้าจอซึ่งเรียกกันว่า พิกเซลนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับหน่วยความจำแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แต่ก็มิได้หมายความว่า 1 พิกเซลจะเป็น 1 บิทในหน่วยความจำเสมอไป อาจจะเป็น 4 บิท หรือ 8 บิท แล้วแต่ว่าจะให้ 1 พิกเซลสามารถแสดงสีหรือระดับความเข้มขาวดำมากน้อยแค่ไหน ข้อสำคัญก็คือจากตำแหน่งของพิกเซลหน้าจอ เราสามารถมองหาค่าของพิกเซลในหน่วยความจำได้ตรงหรือการเปลี่ยนแปลงหน่วยความจำมีผลโดยตรงต่อการแสดงผลบนหน้าจอเป็นที่เรียกกันติดปากว่า หน่วยความจำที่ใช้ในการแสดงผลคือ วีดีโอแรม (VIDEO RAM)

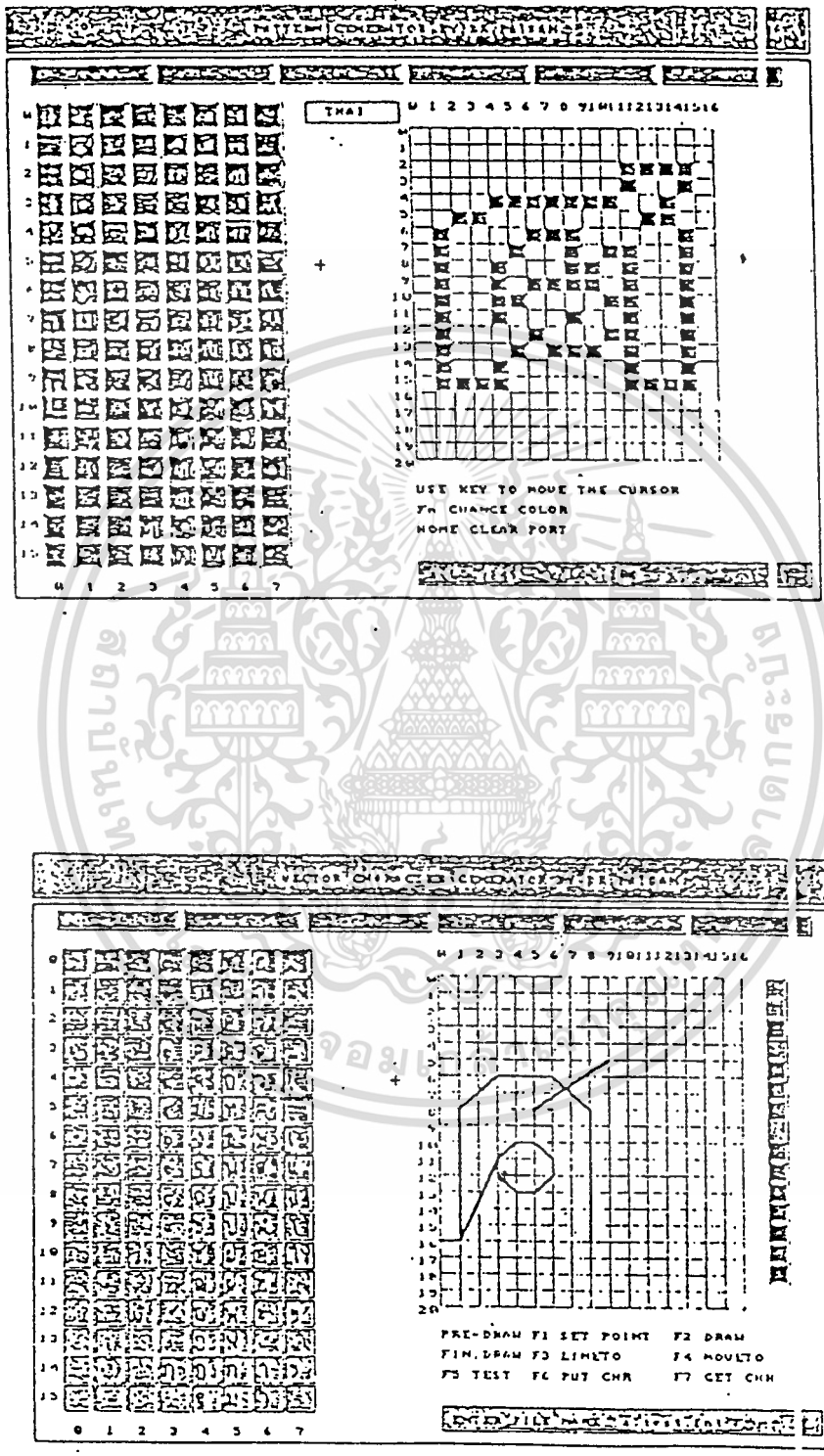
ดังนั้นเทคนิคการแสดงกราฟฟิกโดยวิธี บิทแม็ปก็คือการแก้ไขเปลี่ยนหน่วยความจำของการแสดงผลโดยตรง ข้อมูลภาพกราฟฟิกก็คือข้อมูลที่นำไปเขียนบนหน่วยความจำแสดงผล วิธีการแสดงกราฟฟิกแบบเวกเตอร์นั้นแตกต่างไปจากวิธีการของ บิทแม็ปคือถ้าข้อมูลของภาพไม่ได้อยู่ในรูปที่จะนำไปแสดงบนจอโดยตรง แต่จะอยู่ในรูปของคำสั่งของการลากเส้นเขียนวงกลมเขียนรูปภาพที่ได้จากการสร้างโดยวิธีของเวกเตอร์จึงเรียกว่า พื้นฐานของภาพ (Object-based image) คือจะบ่งบอกลักษณะของภาพมากกว่าที่จะเป็นตัวภาพเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 สัญญาณภาพรวม แสดงให้เห็นรายละเอียดของสัญญาณแต่ละชนิด เช่น สัญญาณแบล้งกิ้ง สัญญาณซิงค์ และสัญญาณอีควอไลซิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ก แสดงอักขระแบบบิทแม็ป
ข แสดงอักขระแบบเวกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

baseimage) แม้ว่าคณะกรรมการทางด้านมาตรฐานหลายหน่วยยังไม่ตกลงได้หมดก็ตาม .CGM ก็ใช้กันมากตัวอย่างเช่น Page Maker, Ventura Publisher เป็นต้น

.DRW (Micrografx Draw)

แฟ้มนี้สร้างโดยโปรแกรม Micrografx Draw ซึ่งมีลักษณะเดียวกับแฟ้มของไมโครซอฟต์วินโดว์ที่มีสกุล .PIC สามารถที่จะนำเข้าไปใช้ใน Ventura Publisher ได้

.EPS (Encapsulated Postscript)

แฟ้มพวกนี้ถูกสร้างขึ้นจากการวาดรูป เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรมเครื่องพิมพ์บนโต๊ะ (DTP) การเขียนกราฟฟิกที่ชื่อ โพสสคริปซ์ ในขณะส่วนที่เป็น บิตแม็ปอยู่ในรูปของ TIFF (Tagged Input File Format) อุปกรณ์นำออกที่สามารถเข้าใจคำสั่งของ โพสสคริปซ์ จึงจะสามารถนำมาเสนอภาพออกมาได้

.GEM (Graphic Environment Manager)

.GEM เป็นโอเอสในลักษณะของการใช้กราฟฟิกมาติดต่อกับผู้ใช้ด้วยวิธีเดียวกันกับวินโดว์ ซึ่งเรียกว่า GUI หรือ Graphical user Interfaces รูปแบบของกราฟ-ฟิกทุกตัวของ .GEM จะเก็บไว้ด้วยสกุล .GEM

.HPGL (Hewlett-Packard Graphics Language)

เป็นรูปแบบที่มีอายุมากที่สุดที่ HP พัฒนาขึ้นมาสำหรับการใช้พล็อตภาพ 2 มิติในพล็อตเตอร์

.IGES (Industrial Graphic Exchange Specification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานของ Computer Aick design คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบส่วนมากจะอยู่ในรูปแบบนี้ และใช้โดยหลายบริษัทในการถ่ายโอนข้อมูลทางด้านกราฟฟิกระหว่างเครื่อง มินิ (Mini) กับ เมนเฟรม (Mainframe) หรือระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยกัน

.PIC (Lotus Picture Files)

เป็นรูปแบบของการบรรยายรูปกราฟฟิกที่สร้างโดยโลตัส (LOTUS) เพื่อการพิมพ์แม้ว่าไม่เหมาะสำหรับกราฟฟิกที่อยู่ที่ตัวแรกของแถวกราฟฟิกรูปแบบนี้ก็ยังยอมรับให้เข้าไปใช้งานได้ใน DTP

.TIF (Tagged Input File Format)

เป็นรูปแบบของการเก็บข้อมูลที่ได้จากการนำภาพเข้า ซึ่งส่วนมากจะมาจากเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) ลักษณะของการเก็บแฟ้มพวกนี้จะเป็น บิทแม็ป ที่มีรหัสความเข้มของแต่ละฟิกเซลรวมอยู่ด้วย

.WMF (Windows Metafile Format)

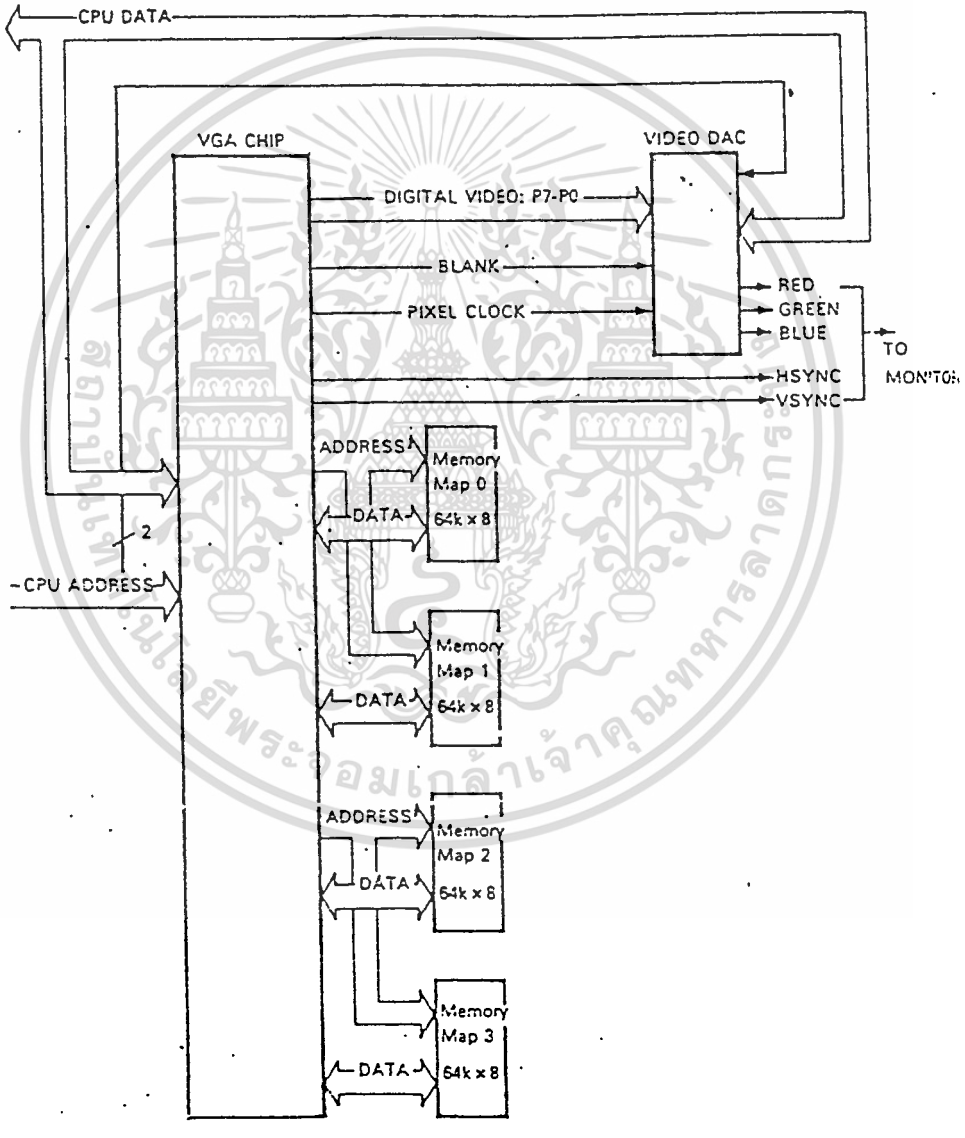
รูปแบบนี้ สร้างขึ้นมาเพื่อการถ่ายโอนแฟ้มระหว่างโปรแกรมที่ใช้ไมโครซอฟต์วินโดว์เป็นโอเอส และโปรแกรมที่ไม่ได้ใช้วินโดว์เป็นฐานข้อเสียของแฟ้ม WMF ก็คือแฟ้มจะมีขนาดใหญ่เกิน 64 กิโลไบต์ ไม่ได้

2.13 VGA ฮาร์ดแวร์

เทคโนโลยีการแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล นับว่ามีการพัฒนาขึ้นมามากทีเดียวจากเดิมซึ่งเป็นการแสดงผลบนจอโมโนโครม ที่ใช้การ์ดโมโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครมอะแดปเตอร์ หรือการ์ดเฮอร์คิวลิส แล้วพัฒนาต่อออกมาเป็นการแสดงผลบนจอสี ที่เรียกว่า Color Graphic Adapter (CGA) และ Enhanced Adapter (EGA) ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นระบบแสดงผลที่เป็นสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบหลักของการ์ด VGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นก็คือสัญญาณที่ออกจากการ์ดแสดงผลที่จะไปควบคุมจอภาพนั้น เป็นสัญญาณดิจิตอล ในระบบดิจิตอลนี้การ์ด EGA จะมีความละเอียดสูงสุดคือมีจำนวนจุด (pixel) เท่ากับ 640 X 350 จุด และสามารถแสดงสีได้ 16 สีพร้อมกัน จากจำนวนสีทั้งหมด 64 สี ต่อมา IBM ได้พัฒนาระบบแสดงผลแบบใหม่ขึ้นมาอีกที่เรียกว่า Video Graphic Array (VGA) ซึ่งใช้สัญญาณอะนาล็อกควบคุมจอแสดงผล ทำให้แสดงจำนวนสีได้มากขึ้นเพราะว่าคอมไบเนชั่น (Combination) ของสัญญาณอนาล็อกมีมากกว่าสัญญาณดิจิตอล ระบบ VGA จึงสามารถแสดงภาพสีได้ถึง 256 สีพร้อมกันจากจำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 256 X 1024 สี และยังมีความละเอียดสูงขึ้นถึง 640 X 480 จุด ทำให้สามารถแสดงภาพเสมือนจริงได้ ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการใช้คอมพิวเตอร์กับงานด้านต่าง ๆ เช่น งานออกแบบทางด้านอุตสาหกรรม (CAD/CAM) งานทางการแพทย์ งานทางด้านการประมวลผลของรูปภาพ (Image Processing) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย

โครงสร้างของการ์ด VGA

ระบบแสดงผลแบบ VGA หรือที่เรารู้จักกันดีว่าการ์ด VGA นั้นประกอบด้วยส่วนสำคัญอยู่ 3 ประการด้วยกันคือ

1. หน่วยความจำของส่วนแสดงผล (Video Memory)
2. ชิพ VGA
3. ตัวเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก (Video DAC)

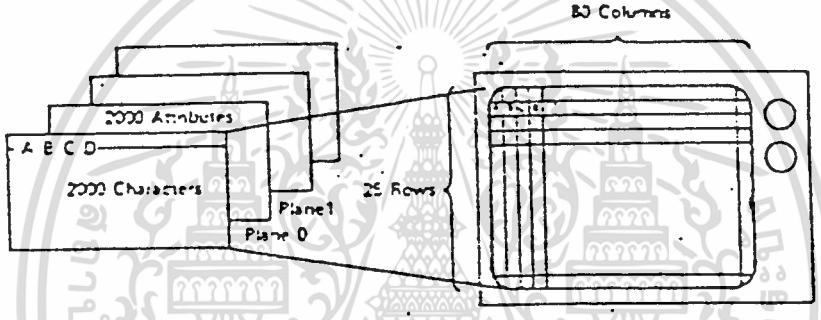
ตามรูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบหลักของการ์ด VGA ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หน่วยความจำแสดงผล

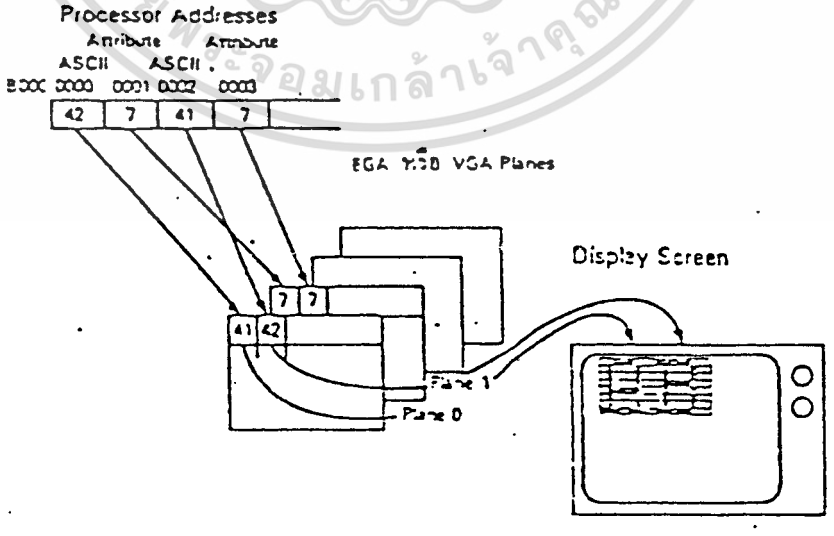
หน่วยความจำ VGA ตามมาตรฐานของ IBM จะมีจำนวน 250 กิโลไบต์ เป็นไดนามิกแรมที่ถูกแบ่งออกเป็น 4 หน้า (Plane) ข้อมูลที่ถูกใช้แสดงผลจะถูกเก็บในหน่วยความจำนี้ ซึ่งรูปแบบของการเก็บจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับโหมดของการแสดงผล เช่น การแสดงผลในเท็กซ์โหมด (Text Mode) เพลน 0 ซึ่งเป็นหน่วยความจำ แอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดรสคู่จะเก็บข้อมูลที่เป็นรหัสแอสกีหน่วยความจำแอดเดรสคี่ซึ่งอยู่ในเพลน 1 จะเก็บค่าแอตทริบิวต์ (Attribute) ส่วนหน่วยความจำเพลน 2 จะสำรองไว้ใช้สำหรับเก็บค่าคาแรคเตอร์เยนเนอเรเตอร์ (Charectar gevorater) ช่วยความจำเพลน 3 จะไม่ถูกใช้ Spareส่วนในโหมดกราฟิกก็จะแตกต่างกันไปในปัจจุบันการ์ด VGA ที่ถูกผลิตขึ้นมักจะมีความละเอียดในการแสดงผลสูงกว่ามาตรฐานของ IBM ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้หน่วยความจำมากขึ้นด้วย เพื่อเก็บข้อมูลภาพที่มากขึ้นนั้นเอง

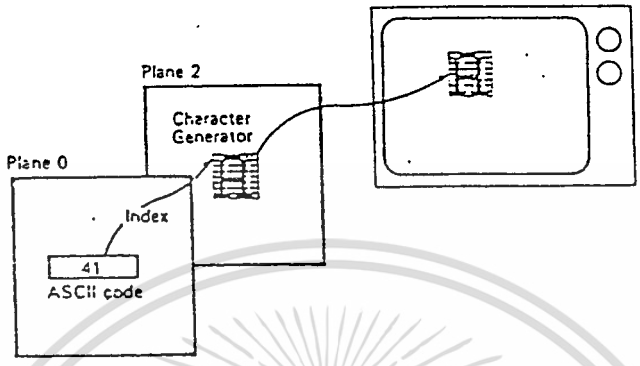


รูปที่ 2.13 (ก) รูปแบบการจัดหน่วยความจำในเท็กซ์โหมด



รูปที่ 2.13 (ก) รูปแบบการจัดหน่วยความจำในเท็กซ์โหมด
(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างแอดเดรสกับเพลนของหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ขั้นตอนการทำให้เกิดตัวอักขระบนจอภาพ

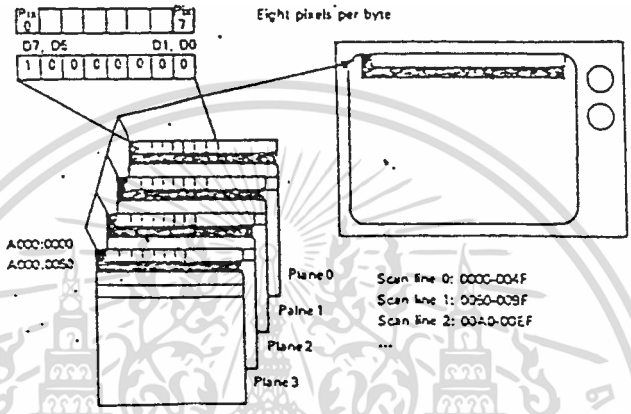
หน่วยความจำในเท็กซ์โหมด

การแสดงผลในเท็กซ์โหมด (Text mode) มีความซับซ้อนน้อยกว่าการแสดงผลในโหมดกราฟฟิกมากเพราะเป็นการจัดการกับรหัสแอสกี มิใช่จัดการกับจุดใดจุดหนึ่งบนจอภาพ Space มาตรฐานของเท็กซ์โหมดแบ่งเป็น 25 บรรทัด และ 40 คอลัมน์หรือ 80 คอลัมน์ต่อบรรทัด ในกรณีที่เป็น 80 คอลัมน์ต่อบรรทัดใน 1 จอภาพสามารถแสดงตัวอักขระได้ทั้งสิ้น 2,000 ตัว แต่การแสดงของตัวอักขระ 1 ตัวต้องใช้หน่วยความจำ 2 ไบต์ ดังนั้นใน 1 จอภาพจะต้องใช้หน่วยความจำทั้งสิ้น 4,000 ไบต์ แต่หน่วยความจำแสดงผลแบ่งออกเป็นเพจ ๆ ละ 4,096 ไบต์ ซึ่งจะเหลือที่ว่าง 96 ไบต์ที่ไม่ถูกใช้

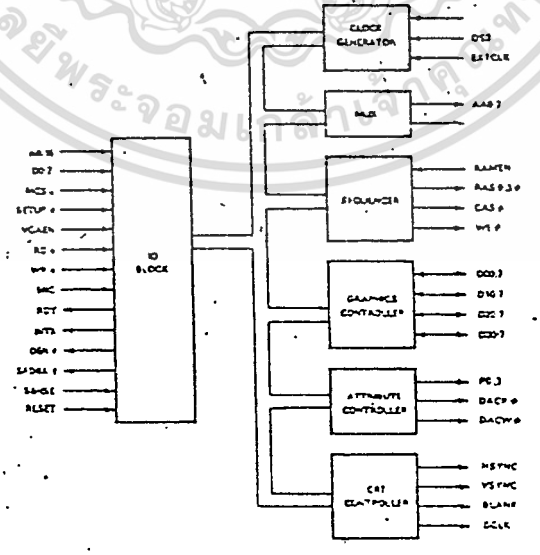
รูปที่ 2.12 (ก) แสดงรูปแบบของหน่วยความจำแสดงผลในเท็กซ์โหมด และ (ข) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอดเดรสของหน่วยความจำกับการจัดหน่วยความจำแบบเพลน ในการเปลี่ยนรหัสแอสกีไปเป็นจุดที่เรียงกันเป็นตัวอักขระบนจอภาพนั้นจะต้องใช้ตารางการแปลงที่เรียกว่า คาแรกเตอร์เยนเนอเรเตอร์ ในการแสดงผลในระบบเดิม เช่น การ์ดโมโนโครม ตารางการแปลงนี้จะเก็บอยู่ในหน่วยความจำที่เป็นชนิดรอม ROM ซึ่งอ่านได้อย่างเดียวจึงไม่สามารถแก้ไขรูปแบบของอักขระได้โดยง่าย แต่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VGA & EGA ตารางการแปลงนี้จะถูกโหลดลงในเพลนที่ 2 ของหน่วยความจำ (ซึ่งเป็นไดนามิคแรม) ทำให้สามารถแก้ไขรูปแบบตัวอักขระได้ง่าย ใน EGA จะมีตารางแปลงนี้ได้ถึง 4 ชุด ส่วนใน VGA มีได้ถึง 8 ชุด แต่ละชุดเก็บได้ถึง 256 ตัว



รูปที่ 2.15 รูปแบบการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับในโหมดกราฟฟิก



รูปที่ 2.16 บล็อกไดอะแกรมของชิพ VGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานของตัวอักขระในตารางแปลงนี้ จะมีจำนวนจุด (Pixel) ต่างกันไปขึ้นอยู่กับโหมดของการแสดงผล เช่นในโหมด CGA (การ์ด VGA สามารถทำงานในโหลดที่มีความละเอียดต่ำกว่าได้) ตัวอักขระจะมีขนาด 8 X 8 (กว้าง X สูง) จุดใน EGA จะเป็น 8 X 14 จุด และ 8 X 16 จุด สำหรับ VGA ค่าในตารางแปลงนี้จะถูกโหลดลงใหม่ทุกครั้งโดยไบออสบนการ์ดเมื่อมีการเปลี่ยนโหมดของการทำงาน รูปที่ 2.13 แสดงขั้นตอนของการทำให้เกิดตัวอักขระบนจอภาพ

หน่วยความจำในกราฟฟิกโหมด

ในโหมดของกราฟฟิก จุด ๆ หนึ่งบนจอภาพจะแทนด้วยข้อมูลที่มีจำนวนบิตต่าง ๆ กันเช่นในโหมด CGA 2 สี (Mode 6) จะใช้ข้อมูล 1 บิต ในการแสดงจุด 1 จุด (8 จุดต่อไบต์) ในที่นี้จะขอกล่าวถึงโหมด Enhanced Color Graphics (Mode 10H) เท่านั้น ในโหมด 10H นี้เป็นที่นิยมสำหรับการใช้กับงานต่าง ๆ เพราะว่ามีความละเอียดสูงถึง 640 X 350 จุด และแสดงสีได้ 16 สี พร้อมกันในการแทนจุด ๆ หนึ่งบนจอภาพ จะใช้ข้อมูล 4 บิต โดยที่แต่ละบิตมากจากแต่ละเพลนของหน่วยความจำ รูปที่ 2.14 แสดงการจัดของหน่วยความจำการแปลงจากตำแหน่งของจุดบนจอภาพไปเป็นตำแหน่งของบิตในหน่วยความจำ โดยที่ X คือ โคออร์ดิเนต ตามแนวนอน ช่วงจาก 0 - 639 และ Y เป็นโคออร์ดิเนตตามแนวตั้งช่วงจาก 0 - 349 จะแปลงได้โดยใช้สูตร

ตำแหน่งไบต์ที่ = y*80+X/8

ตำแหน่งบิตที่ (0-7) = y-(x mod 8)

โดยที่ mod คือการหารที่เอาเฉพาะเศษ

ชิพ VGA

ระบบแสดงผลแบบ VGA มาตรฐานของ IBM นั้นใช้ชิพ 82706 Video Graphic Array ซึ่งคอมแพตติเบิ้ลระดับไบออสกับระบบเดิมคือ EGA CGA และ MDA บล็อกไดอะแกรมของชิพ VGA แสดงดังรูปที่ 2.15 82706 VGA controller เป็นตัว อินเตอร์เฟสระหว่าง CPU ซึ่งในที่นี้อาจจะเป็น 8088 , 80286 หรือ 80386 กับหน่วยความจำของการแสดงผล และเป็นตัวส่งข้อมูลของภาพไปยัง Video DAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Digital to Analog Converter) ทำการแปลงข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอล ไปเป็นสัญญาณอนาล็อก เพื่อส่งให้จอแสดงผลต่อไป ภายในชิพ 82706 จะมีตัวควบคุมการทำงานหลักอยู่ 4 ตัว

CRT Controller

ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณที่ใช้ควบคุมการทำงานของจอภาพเช่น สัญญาณซิงค์ตามแนวนอน สัญญาณซิงค์ตามแนวตั้ง สัญญาณแบล้งค์กิ้ง และแอดเดรสสำหรับการรีเฟรชหน่วยความจำควบคุม CRT Controller มีรีจิสเตอร์ 25 ตัว ซึ่งมีบางตัวที่คอมเพตติเบิ้ลกับ 6845 CRT Controller ที่มีอยู่บนการ์ดแสดงผลแบบโมโนโครม-รีจีสเตอร์ต่าง ๆ ของ CRT Controller แสดงตามตารางที่ 2.1

Graphic Controller

เป็นตัวกลางเชื่อมทางเดินข้อมูลระหว่างหน่วยความจำของการแสดงผลกับตัวโปรเซสเซอร์หลัก และเป็นตัวเชื่อมระหว่างตัว Processor หลักกับแอดทรีบิวต์-คอนโทรลเลอร์ในสภาวะปกติข้อมูลจาก Processor จะสามารถถูกส่งไปยังหน่วยความ-จำโดยทะลุกราฟฟิกคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง แต่ในกรณีอื่นกราฟฟิกคอนโทรลเลอร์มีฟังก์ชั่นช่วยในการวาดรูปกราฟฟิก โดยนำข้อมูลที่ผ่านตัวมันมากระทำฟังก์ชั่นทางลอจิกก่อนที่จะเขียนลงไปยังหน่วยความจำภาย ในกราฟฟิกคอนโทรลเลอร์มีรีจิสเตอร์อยู่ 9 รีจีสเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งสามารถสรุปการทำงานได้ดังรูปที่ 2.18 จากรูปจะเห็นว่ามีข้อมูลที่เรียกว่า Latched Data อยู่ 4 ไบต์ (แต่ละไบต์มาจากแต่ละเพลน) ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บอยู่ในที่ที่หนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแสดงผล ข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ (Processor Data) จะผ่านการ ROTATE ซึ่งอาจจะ เป็นการ โรเทท ตั้งแต่ 0 บิต (ไม่มีการโรเทท) ถึง 7 บิต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่ารีจิสเตอร์ Data Rotate (บิตที่ 0-2) จากนั้นจะถูกนำมากระทำฟังก์ชั่นทางลอจิก เช่น OR AND หรือ XOR กับ Latched Data การทำฟังก์ชั่นใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าในรีจิสเตอร์ Data rotate (บิตที่ 3-4) ฟังก์ชั่นทางลอจิกแสดงดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Register Name	R/W	Index	Read Port	Write Port
CRT Controller Address	R/W		03?4	03?4
Horizontal Total	R/W	00	03?5	03?5
Horizontal Display Enable	R/W	01	03?5	03?5
Start Horizontal Blanking	R/W	02	03?5	03?5
End Horizontal Blanking	R/W	03	03?5	03?5
Start Horizontal Retrace Pulse	R/W	04	03?5	03?5
End Horizontal Retrace	R/W	05	03?5	03?5
Vertical Total	R/W	06	03?5	03?5
Overflow	R/W	07	03?5	03?5
Preset Row Scan	R/W	08	03?5	03?5
Maximum Scan Line	R/W	09	03?5	03?5
Cursor Start	R/W	0A	03?5	03?5
Cursor End	R/W	0B	03?5	03?5
Start Address High	R/W	0C	03?5	03?5
Start Address Low	R/W	0D	03?5	03?5
Cursor Location High	R/W	0E	03?5	03?5
Cursor Location Low	R/W	0F	03?5	03?5
Vertical Retrace Start	R/W	10	03?5	03?5
Vertical Retrace End	R/W	11	03?5	03?5
Vertical Display Enable End	R/W	12	03?5	03?5
Offset	R/W	13	03?5	03?5
Underline Location	R/W	14	03?5	03?5
Start Vertical Blank	R/W	15	03?5	03?5
End Vertical Blank	R/W	16	03?5	03?5
CRTC Mode Control	R/W	17	03?5	03?5
Line Compare	R/W	18	03?5	03?5

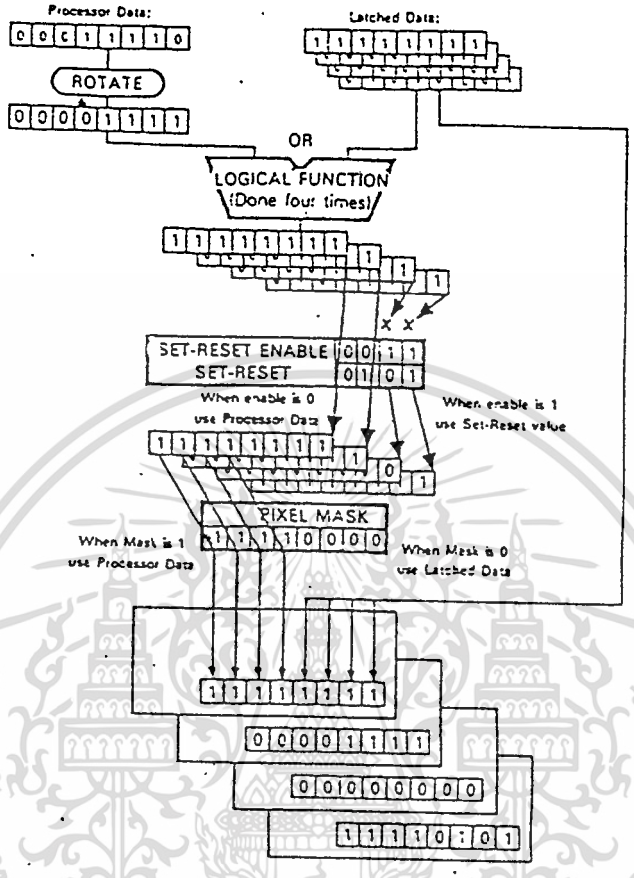
NOTES:
? = 3 in Monochrome Emulation Modes
? = D in Color Emulation Modes
All addresses are given in Hex

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ใน CRT CONTROLLER

Register Name	R/W	Index	Read Port	Write Port
Graphics Address	R/W		03CE	03CE
Set/Reset	R/W	00	03CE	03CE
Enable Set/Reset	R/W	01	03CE	03CE
Color Compare	R/W	02	03CE	03CE
Data Rotate	R/W	03	03CE	03CE
Read Map Select	R/W	04	03CE	03CE
Graphics Mode	R/W	05	03CE	03CE
Miscellaneous	R/W	06	03CE	03CE
Color Don't Care	R/W	07	03CE	03CE
Bit Mask	R/W	08	03CE	03CE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รีจิสเตอร์ในกราฟฟิกคอนโทรลเลอร์



ตารางที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของกราฟิกคอนโทรลเลอร์

D_4 D_3	ฟังก์ชัน
0 0	ข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ไม่เปลี่ยนแปลง
0 1	ข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ AND กับ Latched Data
1 0	ข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ OR กับ Latched Data
1 1	ข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ XOR กับ Latched Data

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงฟังก์ชั่นลอจิก

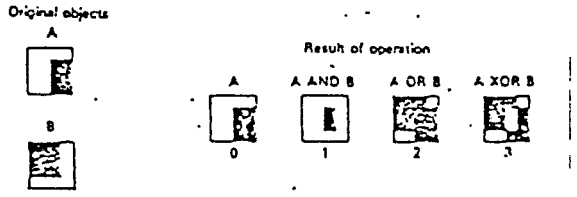
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นข้อมูลจะผ่านรีจิสเตอร์ 2 ตัวมีเซ็ท/รีเซ็ท (SET/RESET) และได้แต่ละรีจิสเตอร์จะใช้เพียง 4 บิต แต่ละบิตแทนแต่ละเพลน จากรูปบิตที่ 2 และที่ 3 ของรีจิสเตอร์ สามารถเซ็ท/รีเซ็ทได้เป็น 0 ดังนั้นข้อมูลเพลนที่ 2 และ 3 จะผ่านไปได้โดยตรงส่วนบิตที่ 0 และ 1 มีค่าเป็น 1 ต้องพิจารณาในรีจิสเตอร์ เซ็ท/รีเซ็ท เช่นบิตที่ 0 มีค่าเป็น 1 ดังนั้นในเพลนที่ 0 จึงมีค่าเป็น 1 ทั้ง 8 บิต ส่วนที่บิต 1 มีค่าเป็น 0 เพลนที่ 1 จึงมีค่าเป็น 0 ทั้ง 8 บิตจากนั้นข้อมูลจะผ่านรีจิสเตอร์ บิทมาทด (Bit Mask) ถ้าค่าในรีจิส-เตอร์เป็น 1 ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลแต่ถ้าค่าในรีจิสเตอร์ เป็น 0 ข้อมูลในบิตนั้น ๆ จะถูกนำมาจาก แลซดาต้า (Latched Data) แทนที่จะเป็นข้อมูลเดิมรีจิสเตอร์ บิท มาทด เป็นรีจิสเตอร์สุดท้ายของกราฟฟิกคอนโทรลเลอร์ที่ทำให้ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนี้แล้วข้อมูลนี้ยังมิได้ถูกเขียนลงไปยังหน่วยความจำโดยตรงจะต้องผ่านตัวควบคุมอีกตัวหนึ่งเรียกว่า Sequencer ตัวอย่างของการกระทำฟังก์ชั่นทางลอจิก ของกราฟิกคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูปที่ 2.17 จากรูปจะเห็นว่าเดิมเรามีรูปร่างของ A และ B อยู่เราสามารถทำให้เกิดรูปร่างอื่น ๆ ขึ้นได้ ซึ่งมีประโยชน์ในการทำให้เกิดภาพต่าง ๆ ในโหมดกราฟิก

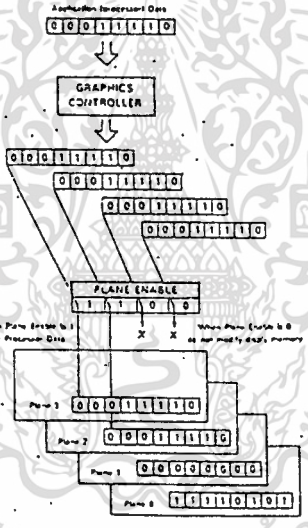
Sequencer

ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกา ที่ควบคุมการรีเฟรชหน่วยความจำควบคุมช่วงเวลาในการเขียนและอ่านกับหน่วยความจำและยังมีวงจรลอจิกควบคุมการยอมหรือไม่ยอมให้โปรเซสเซอร์กระทำกับหน่วยความจำเพลนใดเพลนหนึ่ง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.18 และตารางที่ 2.4 แสดงรีจิสเตอร์ต่า ๆ ของ Sequener จากรูปจะเห็นว่าถ้าค่าในรีจิสเตอร์ Map mask (Plane enable) เป็น 0 (Do แทนเพลน 0) เพลนนั้นจะไม่สามารถถูกเปลี่ยนข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การกระทำฟังก์ชั่นทางลอจิกระหว่างข้อมูลสองข้อมูล



รูปที่ 2.19 ตารางการทำงานของรีจิสเตอร์ Map mask (plane enable)

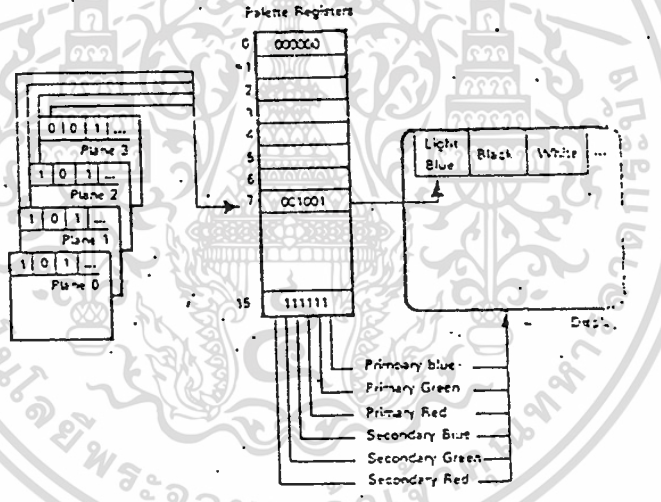
Register Name	R/W	Index	Read Port	Write Port
Sequencer Address	R/W		03C4	03C4
Reset	R/W	00	03C5	03C5
Clocking Mode	R/W	01	03C5	03C5
Map Mask	R/W	02	03C5	03C5
Character Map Select	R/W	03	03C5	03C5
Memory Mode	R/W	04	03C5	03C5

ตารางที่ 2.4 แสดงรีจิสเตอร์ใน SEQUENCER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Register Name	R/W	Index	Read Port	Write Port
Address	R/W		03C0	03C0
Palette Registers	R/W	00-0F	03C1	03C0
Attribute Mode Control	R/W	10	03C1	03C0
Overscan Color	R/W	11	03C1	03C0
Color Plane Enble	R/W	12	03C1	03C0
Horizontal PEL Panning.	R/W	13	03C1	03C0
Color Select	R/W	14	03C1	03C0

ตารางที่ 2.5 แสดงรีจิสเตอร์ในแอตทริบิวต์คอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.20 แสดงการแปลงข้อมูลจากหน่วยความจำไปเป็นรูป (จุด) ในโหมดกราฟฟิก

Attribute Controller

ทำหน้าที่ควบคุมแอตทริบิวต์ของการแสดงผล เช่น แอตทริบิวต์ที่เป็นสีต่าง ๆ แอตทริบิวต์ที่แสดงการกระพริบ (Blinking) หรือการขีดเส้นใต้ (Underline) แอตทริบิวต์ คอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 20 รีจิสเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 2.5 ในการกระทำ (เขียนหรืออ่าน) กับรีจิสเตอร์ของ VGA นั้นจะใช้คำสั่งที่กระทำกับพอร์ตคือ คำสั่ง In หรือ Out แต่ละกลุ่มของรีจิสเตอร์จะมีแอดเดรสพอร์ตประจำแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มเช่นกราฟฟิกคอนโทรลเลอร์จะมีแอดเดรสพอร์ตที่ 3CF เป็นดาต้ารีจิสเตอร์ ตัวอย่าง ถ้าต้องการ Out ค่า 3EH (ฐาน 16) ไปที่รีจิสเตอร์ Data Rotate ก็ทำได้โดย Out ค่า 03 ไปที่พอร์ต 3CE (03 เป็นอินเด็กซ์ของ Data Rotate) จากนั้นถึง Out ค่า 3 EH ไปที่พอร์ต 3CF สำหรับรีจิสเตอร์อื่นก็ทำนองเดียวกันแต่สำหรับแอตทริบิวต์คอน-โทรลเลอร์ ซึ่งมีฟอร์ตสำหรับการเขียนอยู่แอดเดรสเดียวกัน ไซเกิลของการเขียนจะทำให้มีการเปลี่ยนไปมาระหว่าง อินเด็กซ์รีจิสเตอร์ กับดาต้ารีจิสเตอร์ ซึ่งจะสามารถเริ่มต้นได้ด้วยคำสั่ง In ที่พอร์ต 3DA หลังจากนั้นคำสั่งแรกที่ Out ไปยังพอร์ต 3Co ไปยังอินเด็กซ์รีจิสเตอร์และคำสั่ง Out คำสั่งต่อไปจะถูกส่งไปที่ดาต้ารีจิสเตอร์

ส่วนสำคัญของแอตทริบิวต์คอนโทรลเลอร์อยู่ที่ตารางค้นหาสี (Color Look - Uptable) ซึ่งจะทำการแปลงข้อมูลขนาด 4 บิตที่เก็บในหน่วยความจำของการแสดงผลไปเป็นข้อมูลของสีขนาด 6 บิต ซึ่งจะรวมกับข้อมูลจากรีจิสเตอร์ Color Select อีก 2 บิท ที่จะส่งให้กับ Video DAC ต่อไป แต่สำหรับ EGA ข้อมูลสี 6 บิท จะถูกส่งไปยังจอแสดงผลโดยตรงซึ่งมีข้อแตกต่างระหว่างโหมดตัวอักษร (TEXT MODE) กับโหมดกราฟฟิก รูปที่ 2.19 แสดงตารางการค้นหาสีของแกตทริบิวต์คอนโทรลเลอร์ในรูป (ก) นั้นเป็นการแสดงในโหมดกราฟฟิก ค่าของสีจุด ๆ หนึ่ง (Pixel) มีค่าเป็น 0111 (เท่ากับ 7) ค่าของสีนี้จะถูกใช้เป็นแอดเดรสชี้ไปรีจิสเตอร์ที่ 7 ของตารางค้นหาสีซึ่งภายในมีค่าเป็น 001001 บิทที่ 0 และบิทที่ 3 แทนสีฟ้าที่มีความเข้มแตกต่างกัน ดังนั้นจุดของภาพ (Pixel) จุดแรกจึงมีสีฟ้า ส่วนจุดต่อไปมีค่าเป็น 0000 ซึ่งชี้ไปที่รีจิสเตอร์ 0 และค่าภายในเป็น 0 ดังนั้นจุด (Pixel) จึงเป็นสีดำ ในรูปที่ 2.19 (ข) เป็นการแสดงในโหมดตัวอักขระ จะเห็นว่าเพลน 0 เก็บค่า 41 ซึ่งเป็นรหัสแอสกีของตัวอักษร A เพลน 1 เก็บค่า 07 ซึ่งเป็นแอตทริบิวต์ของตัวอักษร A 4 บิทบน ของแอตทริบิวต์เป็นการกำหนดสีของแบคกราวนด์ และ 4 บิทล่าง เป็นตัวกำหนดสีของโฟว์กรานด์

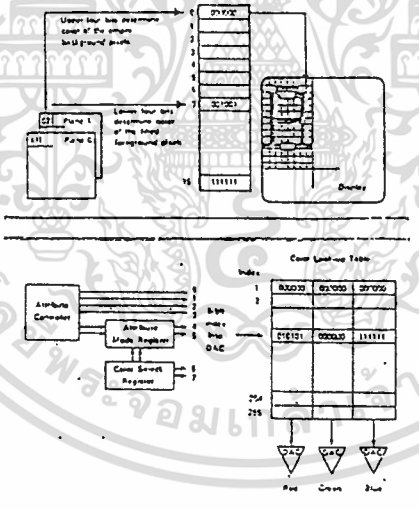
VGA VIDEO DAC

ส่วนประกอบหลักตัวสุดท้ายของระบบแสดงผล VGA นี้ก็คือ VIDEO DAC (Digital to Analog Converter) ตัวแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณอะนาล็อกเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขับจอแสดงผล IBM ใช้ VIDEO DAC ของบริษัท INMOS เบอร์ IMSG-171 ภายในประกอบด้วยตัวแปลงสัญญาณ 3 ชุดสำหรับ 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน และตารางค้นหาสี (Color Look-up Table) ที่รับข้อมูลขนาด 8 บิท จากแอดทริบิวต์คอนโทรลเลอร์มาเป็นตัวชี้รีจิสเตอร์ขนาด 18 บิท 1 ใน 256 รีจิสเตอร์ เพื่อเลือกข้อมูลที่จะนำไปแปลงเป็นสัญญาณอนาล็อก ดังแสดงในรูปที่ 4.20

จากรีจิสเตอร์จำนวน 256 รีจิสเตอร์ทำให้สามารถแสดงสีได้พร้อมกัน 256 สี แต่ภายใน 1 รีจิสเตอร์ ซึ่งมีขนาด 18 บิท จะมีสีต่างกันได้ทั้งสิ้น 218 = 256K สี และนี้คือเหตุผลที่ว่าระบบ VGA สามารถแสดงสีได้ 256 สีพร้อมกัน จากจำนวนสีทั้งสิ้น 256K สี



รูปที่ 2.21 แสดงตารางการแปลงข้อมูลของ DAC

2.14 การเชื่อมต่อเข้ากับระบบ MICROCOMPUTER

ในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีใช้กันแพร่หลายมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานทางธุรกิจ , วิศวกรรม , วิทยาศาสตร์หรือใช้ส่วนตัวก็ตามได้แก่เครื่อง IBM/PC เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด 16 BIT ซึ่งออกแบบไว้ให้สามารถขยายความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

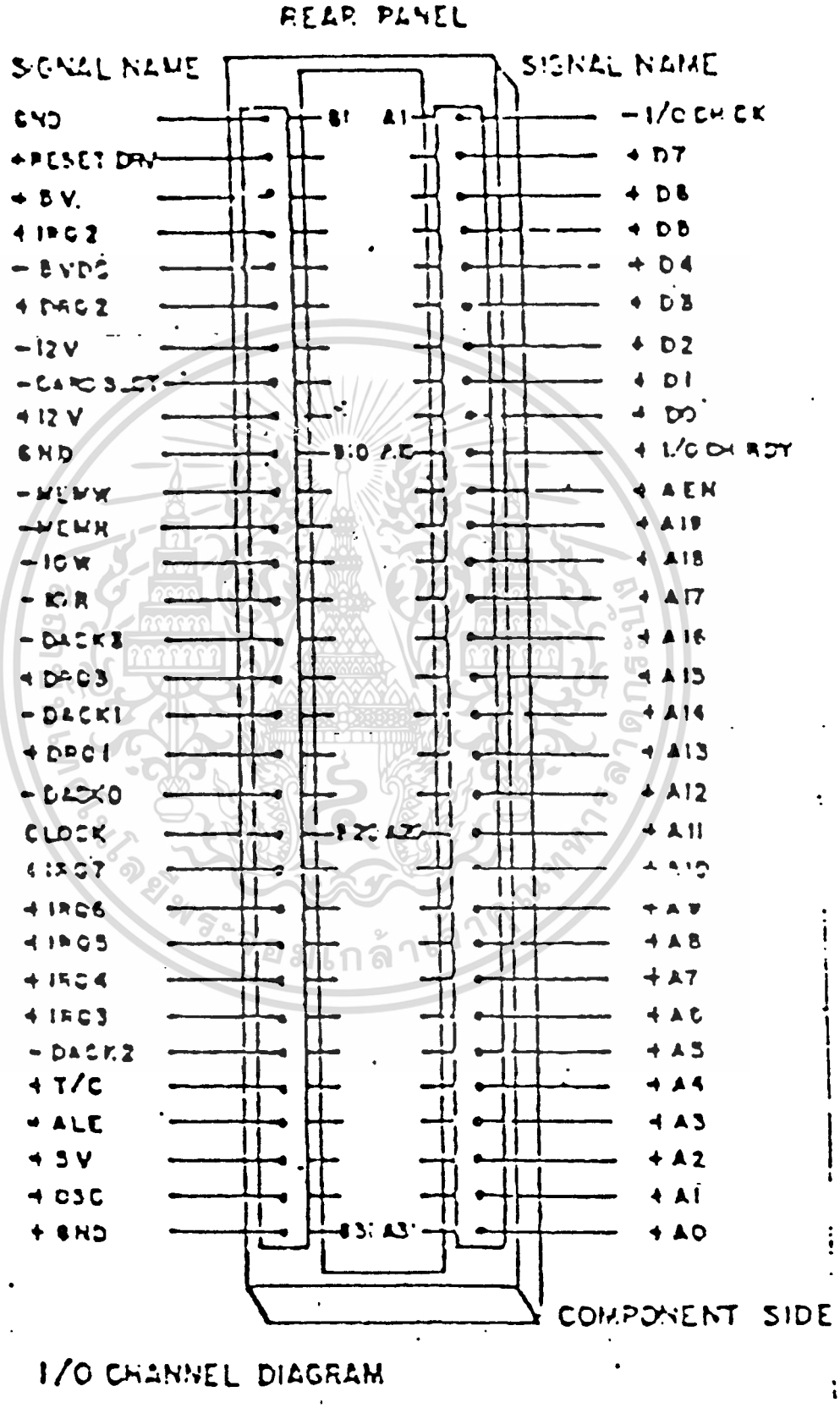
สามารถของระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือเพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานของระบบได้ง่ายโดยอาศัยสล็อตและพอร์ตต่าง ๆ ที่มีอยู่พร้อมแล้วในเครื่อง IBM/PC โครงงานนี้จึงต้องออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครื่อง IBM/PC เพื่อให้ใช้เครื่องไมโคร-คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยควบคุมการบันทึกสัญญาณภาพ ทำกระบวนการต่าง ๆ กับข้อมูลภาพช่วยเก็บข้อมูลภาพลงใน แผ่นดิสก์และเรียกข้อมูลภาพจาก แผ่นดิสก์กลับมาใช้ได้

2.15 ตำแหน่งขาบนสล็อตของ IBM/PC

ภายใน IBM/PC ได้มีการออกแบบให้สามารถเพิ่มเติมวงจรอินเทอร์เฟสเข้าไปในภายหลังได้ โดยผ่านทางสล็อตที่อยู่บนเมนบอร์ด (MAIN BOARD) สำหรับสล็อตบนเมนบอร์ดมีจำนวน 5 สล็อต (IBM PC/XT มี 8 สล็อต) แต่ละสล็อตมีจำนวนขาทั้งสิ้น 64 ขา แบ่งออกเป็น 2 ข้าง ข้างละ 31 ขา ตำแหน่งขาของสล็อตที่อยู่ทางด้านซ้ายของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร B นำหน้าเลขตำแหน่งของขา เช่นขา B10 ก็คือขาทางด้านซ้ายของสล็อตขาที่ 10 (นับจากทางด้านซ้ายของเครื่อง) ส่วนขาที่อยู่ทางด้านขวาของสล็อต จะเรียกโดยใช้อักษร A นำหน้าเลขตำแหน่งของขาเช่นขา A24 ก็คือขาทางด้านขวาของสล็อตขาที่ 24 (นับจากทางด้านซ้ายของเครื่อง)

แต่ละขาของสล็อตเหล่านี้เชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณต่าง ๆ บนเมนบอร์ด ทำให้การสร้างวงจรอินเทอร์เฟสกับ IBM/PC สามารถกระทำได้โดยสะดวกเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาสล็อตเหล่านี้ประกอบไปด้วยเส้นสัญญาณของแอดเดรส (ADDRESS BUS) , บัสข้อมูล (DATA BUS) , บัสควบคุมสำหรับการเขียน/อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหรือพอร์ต I/O , เส้นสัญญาณสำหรับการขออินเทอร์รัพท์ของวงจรอินเทอร์เฟส , เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA , สัญญาณฐานเวลา (TIMING SIGNAL) ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบเส้นสัญญาณแสดงการรีเฟรชหน่วยความจำและสัญญาณสำหรับตรวจสอบความผิดพลาด (I/O CHCK) นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตบนเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่าง ๆ คือ +5 Vdc , +12 Vdc และ -12 Vdc ตำแหน่งขาต่าง ๆ บนสล็อตของ IBM/PC แสดงไว้ในรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



I/O CHANNEL DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.22 แสดงตำแหน่งขาบนสล็อตของ IBM/PC

2.16 รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณบนสล็อตของ IBM/PC

สัญญาณต่าง ๆ บนสล็อตของ IBM/PC มีหลายสัญญาณ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสัญญาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ ซึ่งเป็นสัญญาณที่จำเป็นต้องใช้เกี่ยวกับการ เขียน/อ่าน ข้อมูลกับหน่วยความจำและพอร์ต I/O เท่านั้น

A0-A19 (ADDRESS BUS : ขา A31 - A12)

ขาสัญญาณนี้เป็นแบบ BI-DIRECTIONAL ซึ่งต่ออยู่กับบัสข้อมูลของระบบเพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง PORT I/O กับ IBM/PC โดยบิท D0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) และบิท D7 จะมีนัยสำคัญสูงสุด (MSB) สำหรับค่าแอดเดรส A0 - A19 ในระหว่างขบวนการอ่าน/เขียนข้อมูล กับหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O ถูกกำหนดโดย CPU แต่ระหว่างขบวนการ DMA จะถูกกำหนดโดย DMA-CONTROLLER (ระหว่างนี้ CPU ถูกตัดออกจากระบบ) เห็นได้ว่าแอดเดรส 20 เส้น สามารถจะอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำได้ถึง 1 Mbyte แต่มีแอดเดรสของหน่วยความจำบนเมนบอร์ดที่ถูกใช้แล้วซึ่งถูกจัดอยู่ในช่วงแอดเดรสบนสุดใน 1 Mbyte คือ OFC00H - OFFFFFH สำหรับการอ้างแอดเดรสพอร์ท I/O จะใช้เส้นแอดเดรสเพียง 16 เส้น คือ A0 - A15 ซึ่งจะทำให้อ้างแอดเดรสของพอร์ทเพียง 16 เส้น คือ A0 - A15 ซึ่งจะทำให้อ้างแอดเดรสของพอร์ตเพียง 10 เส้น คือ A0 -A9 และค่าแอดเดรสที่ใช้งานจะต้องอยู่ในช่วง 0200H - 03FFH

D0 - D7 (DATA BUS : ขา A9-A2)

ขาสัญญาณนี้เป็นแบบ BI-DIRECTIONAL ซึ่งต่ออยู่กับบัสข้อมูลของระบบเพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง PORT I/O กับ IBM/PC โดยบิท D0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) และบิท D7 จะมีนัยสำคัญสูงสุด (MSB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IOW (I/O WRITE : ขา B13)

ขาสัญญาณนี้เป็นเอ้าท์พุท แอคทีฟที่ลอจิก 0 ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดย 8088 BUS CONTROLLER เพื่อแสดงว่า บัสไซเคิลที่เกิดขึ้นเป็นบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงบน PORT I/O เพื่อให้ PORT I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น รับข้อมูลไปเก็บไว้และขา IOW นี้จะแอคทีฟในอีกกรณีหนึ่งคือ กรณีของ DMA CONTROLLER จะทำการส่งสัญญาณ IOW เอง โดยที่ค่า ADDRESS ที่อยู่บนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่ PORT I/O ที่ DMA ต้องการจะอ่านข้อมูล

MEMW (MEMORY WRITE : ขา B11)

ขานี้เป็นเอ้าทพุท แอคทีฟที่ลอจิก 0 ซึ่ง 8288 BUS CONTROLLER สร้างขึ้นในระหว่างบัสไซเคิลในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำของ CPU สัญญาณ MEMW นี้จะถูกส่งออกมาเพื่อให้หน่วยความจำที่แอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น รับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ โดยทั่วไปหน่วยความจำจะรับข้อมูลในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณ MEMW สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA นั้น MEMW ก็จะแอคทีฟ เช่นกัน

MEMR (MEMORY READ : ขา B12)

ขานี้เป็นเอ้าท์พุทจะแอคทีฟที่ลอจิก 0 ในระหว่างบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ CPU เพื่อให้หน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA MEMR ก็จะแอคทีฟเช่นกัน

AEN (ADDRESS ENABLE : ขา A11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทที่ใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สัญญาณ AEN แอคทีฟที่ลอจิก 1 นั้น เป็นบัสไซเคิลของขบวนการ DMA

GAD (ขา B1, B10 และ B31)

ขาทั้งสามนี้จะต่อเข้ากับกราวด์ (GROUND) ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทำงานของวงจร

3.1 บล็อก ไดอะแกรม (BOLCK DIAGRAM) หน้าที่ของแต่ละวงจร

1. แยกสัญญาณซิงค์ (SYNC SEPARATE) มีหน้าที่

1. แยกสัญญาณ ทางแนวตั้ง (VERTICAL SYNC)

2. แยกสัญญาณ ทางแนวนอน(HORIZONTAL SYNC) จากกล้อง

3. ปรับระดับและจ่ายสัญญาณภาพรวม (COMPOSITE VIDEO SIGNAL) หลังจากบันทึกภาพแล้ว เพื่อไปควบคุมภาค COUNTER ADDRESS

2. ADDRESS COUNTER มีหน้าที่

อ้าง ADDRESS ในภาค MEMORY โดยถูกควบคุมจาก

1. ภาค SYNC SELECT ขณะไม่บันทึกและหลังจากบันทึก

2. ภาค CONTROL ขณะอ่านข้อมูลเข้าสู่ COMPUTER

3. A/D CONVERTER มีหน้าที่

แปลงสัญญาณ ภาพรวมซึ่งเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ไปเป็นรหัส ไบนารี ทางดิจิตอล จะทำงานเมื่อยังไม่บันทึก และขณะบันทึกเท่านั้นหลังจากนั้นจะไม่ทำงาน หลังจากบันทึกภาพแล้ว,ขณะแสดงภาพนิ่ง,ขณะดึงภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์

4. หน่วยความจำ MEMORY (RAM) มีหน้าที่

จะเก็บบันทึกข้อมูลของภาพขณะยังไม่บันทึกและขณะบันทึก ต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งหลังบันทึกแล้วจะส่งข้อมูลของภาพที่บันทึกแล้วออกมาให้กับภาคหรือส่งเข้ากับ DATA BUFFER เพื่อส่งข้อมูลเข้าข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์อีกทีหนึ่ง

5. D/A CONVERTER มีหน้าที่

แปลงสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปของดิจิตอลไปเป็นสัญญาณอนาล็อกเพื่อส่งให้กับภาค MIXER

6. DATA BUFFER มีหน้าที่

ในการส่งผ่านข้อมูลจากภาคหน่วยความจำเข้าสู่คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ภาคควบคุมมีหน้าที่

ควบคุมจังหวะการทำงานของ CARD Card VGA หรือ Gard อะไรซึ่งมีอยู่ 6 สภาวะดังนี้

1. สภาวะภาคควบคุมจะควบคุมให้วงจรต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาวะเริ่มต้น พร้อมที่จะทำการบันทึกภาพอีกครั้ง
2. สภาวะก่อนการบันทึกภาพ
3. สภาวะขณะบันทึกภาพ
4. สภาวะหลังจากบันทึกภาพ
5. สภาวะอ่านข้อมูลภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์
6. สภาวะส่งข้อมูลภาพไปแสดงผลที่ CARD

8. INTERFACE มีหน้าที่

ดีโคด ตำแหน่งของ พอร์ต ที่ใช้สำหรับ การ์ดวงจรทั้งหมด ตามที่กำหนด

3.2 การทำงานของวงจรภาคต่าง ๆ

ภาคนับตำแหน่งหน่วยความจำ (COUNT ADDRESS)

ภาคนับตำแหน่งหน่วยความจำทำหน้าที่ในการบอกตำแหน่งในหน่วยความจำเพื่อนำข้อมูลภาพไปเก็บในหน่วยความจำเนื่องจากสัญญาณภาพ 1 เส้น จะถูกเก็บเป็นจุดภาพจำนวน 512 จุด และเก็บจำนวน 512 เส้นต่อ 1 ภาพ ดังนั้นจะใช้ตำแหน่งในการเก็บข้อมูลเท่ากับ 512 X 512 = 262144หรือ 256 KB นั่นเอง ในการออกแบบวงจร นับตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับหน่วยความจำที่เกี่ยวกับการเก็บข้อมูลภาพอันเกิดจากการสแกนของกล้องนั้น จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ใน 1 เส้น SCAN LINE หรือเส้นสะแกนในแนวนอนจะต้องเก็บข้อมูลให้ได้ 512 ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการเก็บข้อมูลจะต้องเก็บเฉพาะในส่วนที่เป็นส่วนของสัญญาณภาพจริงเท่านั้นในส่วนของสัญญาณซิงค์ และสัญญาณแบล็งค์กิ้งจะไม่ทำการเก็บ เพราะจะทำให้สูญเสียหน่วยความจำบางส่วนไปโดยมิได้ใช้งาน หรือทำให้ความละเอียดของภาพที่เก็บได้ลดลง

การสแกนของภาพใน 1 เส้นแนวนอนใช้เวลาทั้งหมด 64 us แต่ว่าเป็นส่วนที่เป็นภาพจริงเพียง 52-54 up ในเวลา 52-54 up นี้จะต้องเก็บข้อมูลภาพให้ได้ 512 ข้อมูล นำมาคำนวณหาความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่จะมาป้อนเข้าวงจร COUNT ADDESS ได้ดังนี้

ข้อมูล 512 ค่าใช้เวลา = 52 - 54 up

ข้อมูล 1 ค่าใช้เวลา = 52/512 - 54/512 up

เมื่อคิดเป็นความถี่ F = 512/54 - 512/52 MHz

= 9.48 - 9.846 MHz

ในโครงงานนี้เลือกใช้ความถี่ในการสร้าง ADDRESS LINE เป็น 9.846 MHz

3. สัญญาณ ซิ้งค์ทางแนวตั้งทำหน้าที่เป็นสัญญาณ รีเซ็ทวงจรนับตำแหน่งหน่วยความจำ (RESET COUNT ADDRESS)

4. สัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอน ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเริ่มต้นการนับ (START COUNT ADDRESS) ของแต่ละแถว

5. เก็บภาพฟิลด์ตั้งแต่สิ้นสุดสัญญาณ ซิงค์ทางแนวตั้งลูกแรกจนถึงเริ่มต้นสัญญาณ ซิงค์ทางแนวตั้ง ลูกถัดไป

เมื่อสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งเข้ามาจะทำการรีเซ็ทวงจรนับตำแหน่งแล้วเริ่มทำการนับจาก 0-256 ครั้งแล้วจึงหยุด (00000H - 001FFH) หมายความว่าใน 1 เส้นแนวนอนหน่วยความจำเบื้องต้นจะเก็บข้อมูลภาพไว้ 512 ค่าและนับตำแหน่งจะทำการนับอีกครั้งเมื่อสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนเข้ามาจะนับต่อเป็น 00200H - 003FFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วหยุดรอสัญญาณ ซิงค์ทางแนวนอนลูกต่อไปเข้ามาวงจรนับตำแหน่งจะทำการนับดังนี้

00000H	-	001FFH
00200H	-	003FFH
00400H	-	005FFH
- - - - -	-	- - - - -
- - - - -	-	- - - - -
3FFOOH	-	3FFFFH

เมื่อนับถึง 3FFFFH ก็จะหยุดนับรอจนกว่าสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งเข้ามาจึงจะรีเซ็ทวงจรนับมาเป็น 0000H แล้วจึงเริ่มนับใหม่

วงจรนับตำแหน่งจะสามารถทำให้หยุดนับที่ตำแหน่ง FFFFH ค้างไว้โดยการส่งสัญญาณ LOAD COUNT มาที่ขา LOAD ของวงจร COUNT ADDRESS กรณีนี้ใช้เมื่อทำการเก็บสัญญาณภาพวงจรวงจรนับตำแหน่งจะนับต่อเนื่องได้รับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนเข้ามา

ภาคแปลงสัญญาณภาพ ANALOG TO DIGITAL

ในการเก็บสัญญาณภาพนั้นสิ่งหนึ่งที่เราต้องคำนึงถึงคือการประหยัดเนื้อที่ของหน่วยความจำ และคุณภาพของภาพในตอนแสดงกลับจะต้องดีพอสมควร ดังนั้นในการเปลี่ยนสัญญาณภาพรวมให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอลเราจะเปลี่ยนเฉพาะส่วนที่เป็นสัญญาณภาพจริง ๆ เท่านั้นส่วนสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอนและสัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งจะตัดทิ้งไปก่อนแล้วจะไปสร้างเอาใหม่ในตอนหลัง ด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ แต่ในตอนเปลี่ยนนี้เรายังจำเป็นต้องใช้สัญญาณซิ้งค์ทั้งแนวนอนและแนวตั้งเพื่อควบคุมการ ดิจิไต ด้วยการแสดงภาพของระบบทีวีหนึ่งภาพจะใช้สองฟิลด์ ดังนั้นเราจึงเห็นว่าภาพที่ได้ออกมามีความละเอียดมากโดยที่แต่ละฟิลด์ใช้จำนวนเส้นในการ สแกนเท่ากับ 262.5 เส้นแต่ในงานด้านการประมวลผลภาพนั้นไม่ต้องการราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเอียดมากเท่ากับของของสัญญาณทีวีในการนำมาใช้งานดิจิไตเพียงฟิล์ดเดียวเท่านั้น ซึ่งก็เป็นการเพียงพอแล้วในด้านความละเอียด และยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำในการเก็บภาพลงอีกด้วย โดยสัญญาณหนึ่งฟิล์ดซึ่งมี 262.5 เส้น เราจะเก็บเพียง 256 เส้น เท่านั้นและในแต่ละไลน์จะสุ่มมา 256 ครั้งโดยในแต่ละครั้งจะใช้หน่วยความจำ 8 บิท ดังนั้นหน่วยความจำที่จำเป็นต้องใช้ในการเก็บข้อมูลหนึ่งฟิล์ดจึงเท่ากับ

256 X 512 X 8 = 8 X 128 K bits

ถ้า 2 ฟิลด์ใช้

2 X 8 X 128 = 8 X 256 K bits

เนื่องจากว่า 8 bit นี้ก็ให้ความละเอียดของสัญญาณภาพแต่ละจุดถึง256 ระดับคือ

2 = 256 ระดับเทา

แต่โครงงานนี้เราใช้ 8 บิท คือ

2 = 64 ซึ่งก็คือ 64 ระดับเทา นั้นเอง

ถ้าสัญญาณวีดีโอมีขนาดของแรงดันตั้งแต่ 0-1.4 Volts แล้วความละเอียดของสัญญาณแต่ละระดับจะเท่ากับ

1.4 / 64 = 0.022 Volts

จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของระดับสัญญาณ 64 ระดับ นี้ก็พอเพียงที่จะแยกความแตกต่างของภาพได้ดีพอสมควร

สัญญาณภาพที่ต้องการเก็บจะถูกนำเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกดิจิตอล (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER) หรือ (A/D CONVERTER) เพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล แต่ก่อนหน้านั้นต้องผ่านวงจรยกระดับสัญญาณ (CLAMPER) เนื่องจากสัญญาณภาพรวมมีระดับแรงดันที่เป็นทั้งบวกและลบ เพื่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

สะดวกจึงต้องยกระดับแรงดันให้ส่วนของสัญญาณภาพเป็นบวกก่อนที่จะเข้าวงจร A/D CONVERTER วงจร A/D CONVERTER มีหลายชนิด แต่สำหรับโครงงานนี้จะต้องเลือใช้ชนิดที่มีความเร็วสูงพอที่จะเปลี่ยนสัญญาณความถี่วีดีโอได้ และจำนวนระดับเอาท์พุท ที่ต้องการจะต้องเหมาะสมในโครงงานนี้ต้องการจำนวนระดับ เอาท์พุท 64 ระดับ 512 x 512 พิกเซล จึงต้องใช้วงจร A/D CONVERTER ขนาด 6 BIT และเลือกใช้วงจร A/D CONVERTER โดยใช้ IC#3318 สัญญาณอินพุทเป็น สัญญาณอยู่ในช่วง 0 - 2 โวลท์ เอาท์พุทที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 00000000 - 11111111 B

ดังนั้นใน 1 ระดับ จะมีระดับความแตกต่างของเอาท์พุท

= 2/(64-1)

= 0.031746 Volts

โดยที่การแปลงสัญญาณภาพจะไม่เก็บสัญญาณซิ้งค์ลงไปด้วย

ภาคผลิตภัณฑ์ (CLOCK GENERATOR)

สัญญาณนาฬิกา (CLOCK) ที่นำไปใช้ในภาคต่าง ๆ เช่นในส่วนของการสุ่มสัญญาณ อนาล็อก ไปเป็นดิจิตอลภาค COUNT ADDRESS เป็นต้น จะใช้ความถี่ 5 MHz เนื่องจากช่วงเวลาของสัญญาณภาพ 1 เส้น ประมาณเท่ากับ 52-54 us การที่จะแบ่งให้ได้เท่ากับ 256 จุด จะได้ความถี่ประมาณ 5 MHz (จากการคำนวณ 256/52 us = 4.923 MHz ซึ่งก็คือความถี่ 5 MHz นั่นเอง)

ภาคแยกสัญญาณซิงค์ SYNC SEPERATE

วงจรนี้จะทำหน้าที่แยกสัญญาณซิงค์ ออกจากสัญญาณภาพรวมของสัญญาณอินพุทที่ต้องการเก็บสัญญาณภาพเพื่อนำสัญญาณซิงค์ไปควบคุมการชี้ตำแหน่งของการนำข้อมูลเข้า-ออกของหน่วยความจำ

สัญญาณ ภาพรวมจากกล้องถ่ายวีดีโอ (หรืออุปกรณ์อื่น) ประกอบด้วยสัญญาณต่าง ๆ หลายสัญญาณ ดังได้กล่าวมาแล้ว เราต้องแยกสัญญาณ ซิงค์แนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ซิงค์แนวตั้ง ออกมาจากสัญญาณภาพรวมนั้น ขั้นตอนใช้หลักการที่ว่า ทั้งสัญญาณซิงค์แนวนอนและซิงค์แนวตั้ง จะมีแรงดันต่ำกว่าสัญญาณภาพ จึงใช้วงจร VOLTAGE COMPARATOR อันประกอบด้วย OP-AMP #LF351 จัดวงจรให้เป็นวงจร COMPARATOR มีแรงดันอ้างอิงอยู่ที่ขา NON-INVERTING โดยตั้ง ระดับแรงดันอ้างอิงนี้ไว้เท่ากับแรงดันของสัญญาณซิ้งค์ (ประมาณ -0.7 โวลท์) ส่วนที่ขา INVERTING ป้อนสัญญาณคอมโพซิท วีดีไอ เข้ามา เมื่อใดที่แรงดันที่ขานี้มีค่าต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงที่เอาท์พุท ของ OP-AMP จะมีระดับเป็นสูง HIGH ซึ่งสัญญาณระดับสูงนี้คือสัญญาณซิงค์ทั้งซิงค์แนวตั้งและซิ้งค์แนวนอนที่แยกออกมาได้

ขั้นต่อไปต้องแยกสัญญาณสแกนทางแนวนอนและสแกนทางแนวตั้งออกจากกันเนื่องจากสัญญาณ ซิ้งค์แนวนอนและซิ้งค์แนวตั้งแตกต่างกันตรงที่สัญญาณซิ้งค์แนวนอนมีความถี่สูงกว่าสัญญาณซิ้งค์แนวตั้งนำสัญญาณซิ้งค์ที่ออกมาจาก OP-AMP มาเข้าที่ขา ทริกของ IC#74LS123 RETRIGERABLE MULTIVIBRATOR ตั้งเวลาของ IC ให้ เอาท์พุทขา Q มีเวลามากกว่าเวลาของซิ้งค์แนวนอนเล็กน้อย (มากกว่า 64 us) ทำให้ในช่วงที่เป็น E สัญญาณ ซิ้งค์แนวนอน ไอซีจะถูกทริกให้ขา Q เป็นสูงตลอดในช่วงของ สัญญาณเอาท์พุทของสัญญาณซิ้งค์แนวตั้งของไอซีจะเป็นสูงนำสัญญาณในช่วงนี้เข้ามา ทริก IC#74LS123 อีกชุดหนึ่งเพื่อสร้างสัญญาณซิงค์แนวนอนที่มีค่าเวลาที่เหมาะสม (ประมาณ 3-4 ms) สัญญาณซิ้งค์แนวนอนได้มาจากนำเอาท์พุท Q เข้ามา AND กับสัญญาณซิงค์ร่วมเอาท์พุทจะได้เป็นสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอนแต่เรานำสัญญาณนี้มาตั้ง เวลาอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง (ประมาณ 10us)

ภาค MEMORY

ทำหน้าที่เก็บสัญญาณภาพที่ถูกแปลงมาเป็นข้อมูลดิจิตอล เอาไว้เพื่อนำไปประมวลผลหรือนำไปแสดงผลข้อมูลภาพนี้จำเป็นจะต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาดังนั้นจึงเลือกใช้ภาคหน่วยความจำที่เป็นหน่วยความจำชั่วคราว (RANDOM ACCESS MEMORY : RAM) หน่วยความจำแบบแรมแบ่งออกเป็น DYNAMIC RAM และ STATIC RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดนามิกแรม เป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ในระยะเวลาอันสั้นแล้วข้อมูลจะหายไปทั้ง ๆ ที่ยังมีไฟเลี้ยงวงจรอยู่ การที่จะรักษาข้อมูลนั้นไว้จะทำการ REFRESH อยู่ตลอดเวลา ข้อดีของไดนามิกแรม คือ เหมาะสมกับการที่จะนำไปเก็บข้อมูลที่มีขนาดของข้อมูลสูงข้อเสียของไดนามิกแรมคือ ยุ่งยากกับขบวนการต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวมัน

STATIC RAM เป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ตลอดหากยังมีไฟเลี้ยงวงจรอยู่ ข้อดีของ STATIC RAM คือ ใช้งานง่ายวงจรไม่ยุ่งยาก ในโครงงานนี้ใช้หน่วยความจำที่มีความจุ 128 Kbyte โดยการนำ RAM ที่เป็นชนิด STATIC HM 628128 ค่าความจุ 128 Kbyte 2 ตัวมาต่อรวมกันโดย 128 Kbyte แรก RAM ตัวที่ 1 ทำงาน 128 Kbyte ถัดไป RAM ตัวที่ 2 ทำงานโดยควบคุมจากภาคนับตำแหน่งในส่วนของอินพุทของข้อมูลที่นำมาเขียนลงในหน่วยความจำนำมาจากภาค A/DCONVERTER หรือจากไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วน DATA OUTPUT ที่ออกจากหน่วยความจำจะส่งไปยังภาคดาต้าคอนเวอร์เตอร์และไมโครคอมพิวเตอร์

ภาคควบคุม (CONTROL)

ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานของภาคต่าง ๆ สัญญาณที่จะนำไปควบคุมภาคอื่น ๆ นั้น ส่วนหนึ่งจะมาจาก พอร์ตซี (PORT C) ของ IC#8255 โดยตรง เช่น CD , C1 , C3 เป็นต้น และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านวงจรภาคควบคุมนี้ไปควบคุมภาคอื่น ๆ อีกที โดย 74LS74 จะได้รับมาจากสัญญาณ V-SELECT เพื่อเป็นการบอกให้นำ LOGIC ที่ขา D ไปแลตท์ที่ขา Q และ Q ซึ่งต่ออยู่กับ OR GATE เมื่อบังคับการส่งสัญญาณ RD/WE ไปให้แก่ภาคหน่วยความจำอีกที

สัญญาณควบคุมมีดังนี้

CD : ใช้เป็นขา CLOCK ของจุดภาพในแต่ละเส้นซึ่งมีอยู่ 256 จุดจากคอมพิวเตอร์เมื่อต้องการที่จะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

C1 : ใช้บังคับให้ภาค COUNT ADDRESS หยุดนับและภาค D/A หยุดทำงาน เมื่อต้องการที่จะอ่านข้อมูลจากภาคหน่วยความจำเข้าสู่คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

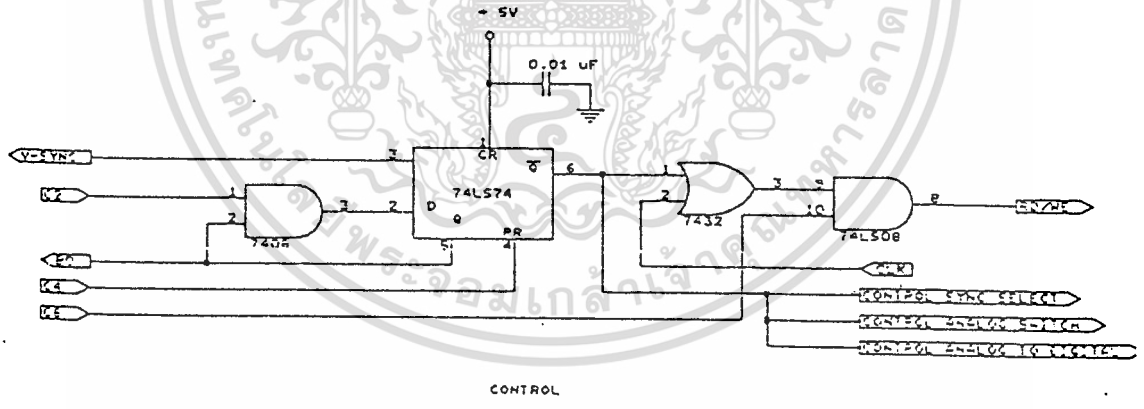
C2 : ใช้ควบคุมให้ LOCK ภาคที่ต้องการไว้ในหน่วยความจำขณะนั้น

C3 : ใช้ในการโหลดหรือเซ็ท ค่าของ COUNT ADDRESS ให้เป็น FFFFH เพื่อให้เตรียมพร้อมในการอ่านค่าจากหน่วยความจำเข้าสู่คอมพิวเตอร์

C4 : ใช้ในการรีเซ็ทให้การ์ด อยู่ในสภาวะเตรียมพร้อมในการ LOCK ภาพอีกครั้งหนึ่งโดยทำการSET ที่ 74LS74 ให้ Q เป็น "1" และ Q เป็น "Q"

C5 : ใช้เป็นนาฬิกาทางด้าน SCAN LINE ซึ่งมีอยู่ 256 เส้น เมื่อนับจุดในแต่ละเส้นครบ 256 จุด ก็จะนับเส้นถัดไปโดยส่งพัลซ์มา 1 ลูก และเริ่มนับจุดแรกของเส้นใหม่จนครบทุกเส้น

C6 : ใช้ในการควบคุมการเขียนข้อมูลจากคอมพิวเตอร์มาสู่หน่วยความจ CARD โดยใช้เป็นสัญญาณ RD/WE ให้กับแรม



รูปที่ 3.10 CONTROL

ภาคอินเตอร์ (INTERFACE)

วงจรนี้ใช้สำหรับอินเตอร์ ระหว่างการ์ดเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ นี้ประกอบด้วย IC PARALLEL PORT #8255 และ IC COMPARATOR #74LS688 IC OR GATE #74LS32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

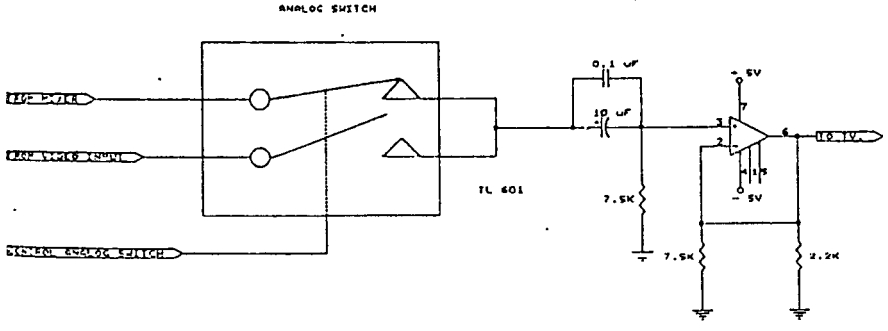
IC #74LS688 ทำหน้าที่เปรียบเทียบตำแหน่งที่มาจากสล็อตมีค่าตำแหน่งที่ตั้งไว้ดิฟสวิทช์ ตั้งแต่ A3 - A10 ส่วน A2 และ A11 จะนำไปต่อเข้ากับ OR GATE เพื่อคัดเลือกเอาเฉพาะ LOGIC O ดังนั้นจะสามารถตั้งเพื่อคัดเลือกตำแหน่ง (ADDRESS) ได้ตั้งแต่ตำแหน่ง ADDRESS 000H - 7F8H โดย 74LS688 จะถูกควบคุมโดยสัญญาณ AEN ซึ่งสัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทที่ใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สัญญาณ AEN ACTIVE (LOGIC 1) สำหรับบนเมนบอร์ดของ IBM/PC จะใช้สัญญาณนี้ในการดิสเอเบิ้ล (DISABLE) และจะใช้ดีเอเบิ้ล -พอร์ท I/O ต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับขบวนการ DMA เพราะในช่วงขบวนการ DMA นั้นตัวควบคุมDMA (DMA CONTROLLER) จะส่งตำแหน่งของหน่วยความจำออกมาบน ตำแหน่งบัส (ADDRESS BUS) และจะทำให้สัญญาณ IOR และ IOW แอคทีฟด้วย ดังนั้นจึงนำสัญญาณนี้มาควบคุมไม่ให้ 74LS688 ส่งสัญญาณ CS ไปยัง IC#8255

โดยได้กำหนดหน้าที่ของพอร์ทต่าง ๆ ของ #8255 ดังนี้

พอร์ต เอ (PORT A) ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลทั้งจากคอมพิวเตอร์ไปยังการ์ด และจากการ์ดไปยังคอมพิวเตอร์

พอร์ต บี (PORT B) ใช้ในการตรวจสอบสภาวะบันทึกภาพว่าแอคทีฟหรือไม่ ซึ่งถ้าผลการตรวจสอบยังไม่ แอคทีฟในเวลาอันสมควรก็แสดงว่ากล้องหรืออุปกรณ์ อินพุท ต่าง ๆ ไม่พร้อม

พอร์ต ซี (PORT C) ใช้ส่งสัญญาณควบคุมไปยังภาคต่าง ๆ ดังได้อธิบายไปแล้วในภาคควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 VIDEO SELECT

3.3 โปรแกรมควบคุมการ์ด (CARD)

ซอร์ฟแวร์ (SOFT WARE) ที่ใช้ในการควบคุมและทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ควบคุมโดยการเลื่อนแถบแสงไปที่คำสั่งนั้นและสามารถออกจากโหมดทุกเมนูด้วยการกด ESC หรือใช้คำสั่ง EXIT ในเมนูนั้น ๆ

3.3.1. ส่วนจัดการด้าน ไฟด์ (FILE)

ประกอบด้วยหน่วยจัดการพื้นฐาน 2 หน่วยคือ

LORD ใช้สำหรับอ่านข้อมูลภาพที่บันทึกอยู่ในแผ่นดิสก์ขึ้นมายังหน่วยความจำบนคอมพิวเตอร์และแสดงผลออกทางจอภาพของคอมพิวเตอร์โดย อัตโนมัติเมื่อเลือกหน่วยทำงานนี้เครื่องจะถามชื่อ FILE.BMP ที่เป็นข้อมูลภาพ

SAVE ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาพที่อยู่ในหน่วยความจำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ลงบนดิสก์เก็ตโดยเมื่อเรียกหน่วยทำงานนี้เครื่องจะทำการถามชื่อของ FILE.BMP ข้อมูลภาพที่กำลังจะเก็บนี้ว่าต้องการจะตั้งเป็นชื่ออะไร เมื่อป้อนชื่อแล้วจะเก็บภาพนั้นโดยใช้ชื่อนี้ในการเอ่ยถึงเมื่อต้องการดึงภาพขึ้นมาอีกครั้ง

ทั้งสองหน่วยทำงานนี้จะเขียนและอ่านข้อมูลภาพครั้งละ 262144 BYTE หรือ 256 Kbyte ซึ่งก็คือจุดภาพ 512 X 512 นั่นเอง และการตั้งชื่อที่ใช้ในการเก็บภาพต้องตั้งชื่อและให้มีชนิดของ FILE.BMP จะออกจากส่วนจัดการด้าน FILE ก็จะกลับกลับไปที่เมนูหลัก

3.3.2. ส่วนการจัดการด้าน IMAGE

ใช้สำหรับจัดการด้านภาพทั้งหมดประกอบด้วย

PLAY ใช้สำหรับบอกให้โปรแกรมทำงานในโหมดภาพต่อเนื่องคือนำภาพ จากอุปกรณ์อินพุท เช่น กล้อง มาออกที่จอภาพของคอมพิวเตอร์ ภาพที่ปรากฏนี้จะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ตามที่ได้รับสัญญาณภาพมา เพื่อรอการเลือกหยุดเอาภาพที่ต้องการกด SPACE BAR

\+ LIGHT จะทำการเพิ่มความสว่างของภาพที่แสดงขณะนั้นให้สว่างขึ้นสามารถทำได้หลายระดับ เพื่อใช้ในการตกแต่งภาพ

\- LIGHT จะทำงานตรงกันข้ามกับ + LIGHT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXIT จะเป็นการออกจากส่วน IMAGE กลับสู่เมนูหลัก

3.3.3. ส่วนจัดการด้าน PRINT

จะส่งข้อมูลภาพ ที่กำลังแสดงบน MONITOR ของ COMPUTER ไปยังเครื่องพิมพ์ในแบบกราฟฟิกโดยเครื่องพิมพ์ที่สามารถจะใช้ได้นั้นต้องตรงกับมาตรฐานของ Epson โดยการกดปุ่ม P

โปรแกรมสำเร็จจะประกอบไปด้วย

TVIMAGE.EXE เป็น FILE หลักในการทำงานทั้งหมดสำหรับโครงงานนี้

TITEL.BMP เป็นภาพ TITEL ที่ใช้แสดงครั้งแรกที่เรียกโปรแกรม TVIMAG ขึ้นมาทำงาน

FILE จะเป็นไฟล์ที่ได้จากการ SAVE ภาพที่รับเข้ามาไว้ในแผ่นดิสก์เก็ตซึ่งจำนวนของแฟ้มข้อมูลได้ 256 Kbyte

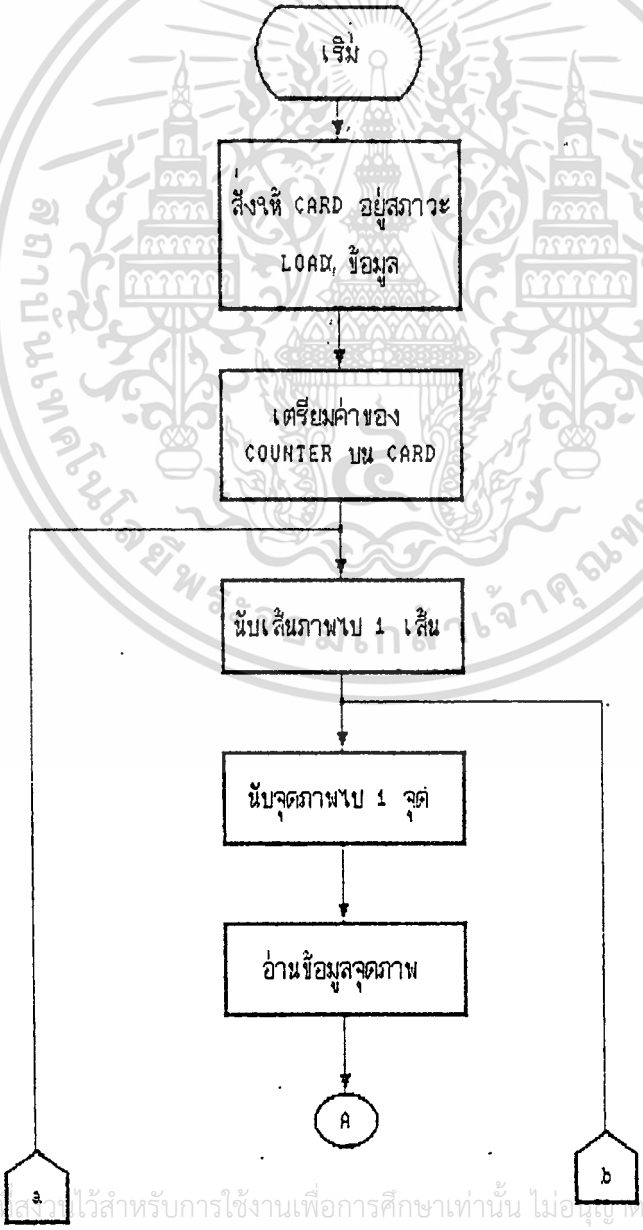
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

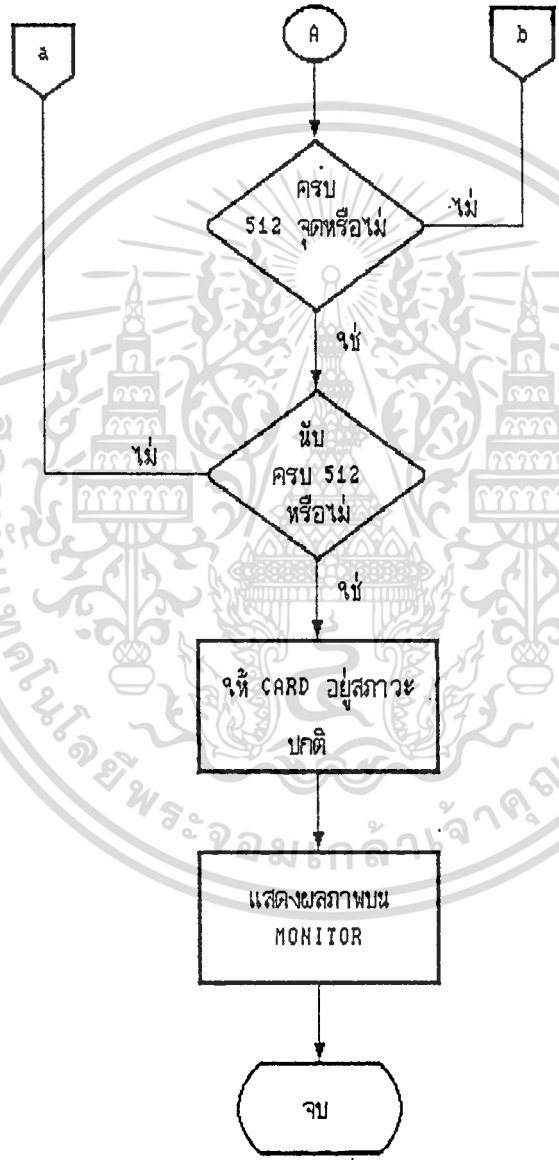
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 **การทดลองที่ 1** การโหลดภาพจากการ์ดเข้าสู่คอมพิวเตอร์

การโหลดภาพจากการ์ดจะนำข้อมูลภาพที่โหลดได้มาแสดงที่จอภาพของคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติจากการสั่งด้วยการกดที่คำสั่ง PLAY มีขั้นตอนดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 1

จากการทดลองอ่านข้อมูลภาพ เข้าสู่หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ภาพที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีคือแสดงระดับเทาออกมาได้ดีเนื่องจากการตั้งค่าระดับอ้างอิงแรงดันที่ภาค A/D และการแปลงข้อมูลที่ถูกต้อง แต่ก็ยังมีส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนบ้างเล็กน้อย อันเนื่องมาจากสัญญาณต่าง ๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์และหน้าจอภาพของคอมพิวเตอร์ในบางครั้งการตั้งระดับอ้างอิงแรงดันในภาคแยกสัญญาณซิงค์ไม่เหมาะสมก็จะทำให้การทำงานของวงจรระดับต่ำแหน่งทำงานผิดปกติได้ เพราะระดับต่ำต่ำจนทำให้การสร้างสัญญาณสแกนแนวตั้ง และสแกนแนวนอน ผิดเพี้ยนไป เช่น เป็นพัลซ์ยาวนานกว่าปกติ ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้เป็นแถบดำยาว ๆ เกิดขึ้น เพราะวงจรนับไม่นับนั่นเองหรือการตั้งค่าระดับภาพที่ได้โดยรวมก็ดีพอสมควร

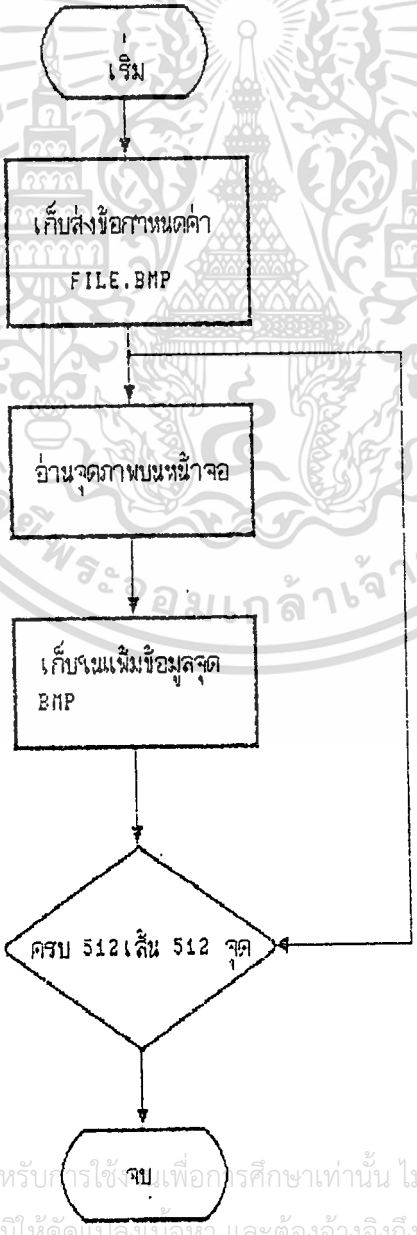
ซึ่งตามผลการทดลองจะได้เวลาในการอ่าน และแสดงผลภาพ ประมาณ 1 วินาที ความคมชัดของภาพจะขึ้นอยู่กับการปรับโฟกัสของภาพ โดยความสว่างของภาพจะขึ้นอยู่กับความสามารถของจอภาพและความไวของกล้องถ้ากล้องและจอภาพมีความไวต่อแสงน้อยก็จะทำให้ภาพที่ออกมามืดในการทดลองจะใช่คอมพิวเตอร์จอสีดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 การเก็บภาพจากหน้าจอ

ต่อเนื่องมาจากการโหลดภาพจากการ์ดมาสู่จอคอมพิวเตอร์ภาพจะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ เมื่อเห็นภาพที่ต้องการจะเก็บให้เรากดที่สเปคบาร์ภาพนั้นก็จะหยุด เมื่อเรามีภาพนั้นแล้วเราสามารถเพิ่มระดับความสว่างของภาพได้หลายระดับโดยการใช้คำสั่ง + light และ - light เมื่อได้ระดับเห็นว่าพอสมควรแล้ว ให้เลื่อนแถบแสงไปที่คำสั่ง SAVE อยู่ในโหมดของ FILE แล้วก็ ENTER แล้วใส่ชื่อ FILE.BMP เครื่องก็เก็บภาพนั้นให้มีขั้นตอนดังนี้



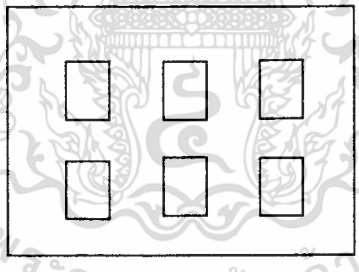
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลทดลองที่ 2

จากการทดลองพบว่าเราที่เราเก็บมาได้จากจอภาพนั้นจะเป็นภาพ .BMP มีความละเอียด 512 x 512 พิกเซล 64 ระดับ จะเป็นภาพเหมือนกับบนจอภาพที่เราเห็นใช้เวลาในการเก็บภาพนานพอสมควรประมาณ 7 วินาที เพราะเรานับจากจุดภาพบนหน้าจอจึงต้องใช้เวลานาน จากภาพที่ได้จะเป็น FILE.BMP ที่มาตราฐานเราสามารถนำไปโหลดในโปรแกรมอื่น เช่น โหลดใน WINDOWS เข้าไปในโปรแกรมตกแต่งภาพที่ได้ตามต้องการ

4.3 การทดลองที่ 3 การพิมพ์ภาพออกกระดาษ

การพิมพ์ภาพออกกระดาษ จะใช้โปรแกรมให้ใช้กับเครื่องพิมพ์แบบหัวเข็มตั้งแต่ 9 หัวเข็มขึ้นไปตามมาตรฐานของ EPSON เนื่องจากขนาดของจุดภาพบนกระดาษแบ่งออกเป็นจุดสีเล็ก ๆ 6 จุดเรียงกันดังรูปที่ 4.2 จึงทำให้การให้น้ำหนักสีของจุดสีกระทำได้เพียง 7 ระดับเท่านั้น โดยการเพิ่มจุดดำขึ้นทีละจุด ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 การแบ่งจุดภาพออกเป็น 6 จุด

ระดับ 1

ระดับ 2

ระดับ 3

ระดับ 4

ระดับ 5

ระดับ 6

ระดับ 7

รูปที่ 4.3 การเพิ่มจุดดำขึ้นทีละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงสีของจุดภาพ 64 ระดับมาสู่ 7 ระดับจะใช้การเฉลี่ยเป็นแบบรูประฆังคว่ำคือ ค่ากลางจะมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าที่อยู่ถัดไปจะมีค่าที่ห่างมากขึ้น จากการทดลองค่าที่เหมาะสมคือค่ากลางเท่ากับ 11 (ค่านี้คือค่าความสว่าง) และ ค่าที่แบ่งระดับทั้งหมดมีดังนี้ 5,8,10,11,12,14 แต่ถ้าพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ภาพที่ได้จะเป็นภาพที่สลับขาวเป็นดำ ดำเป็นขาวดังนั้นก่อนพิมพ์จึงต้องกลับค่าของรหัสสีที่จะพิมพ์ก่อนจึงมีขั้นตอนการพิมพ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 3

เนื่องจากเป็นภาพที่แสดงได้ 7 ระดับ จึงได้ภาพที่ให้รายละเอียดของระดับเทาที่หยาบ ในบางครั้งจะดูภาพไม่รู้เรื่อง การแสดงภาพบนเครื่องพิมพ์จะมีความสว่างหลาย ระดับสัมพันธ์กับการปรับความสว่างของภาพในโหมด IMAGE ถ้าภาพตรงไหนมีความสว่างมากเครื่องพิมพ์จะไม่พิมพ์ออกมากดังตามรูปที่ 4.4 , 4.5 และ 4.6 , 4.7 , 4.8 และ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงสีของจุดภาพ 64 ระดับมาสู่ 7 ระดับจะใช้การเฉลี่ยเป็นแบบรูประฆังคว่ำคือ ค่ากลางจะมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าที่อยู่ถัดไปจะมีค่าที่ห่างมากขึ้น จากการทดลองค่าที่เหมาะสมคือค่ากลางเท่ากับ 11 (ค่านี้คือค่าความสว่าง) และ ค่าที่แบ่งระดับทั้งหมดมีดังนี้ 5,8,10,11,12,14 แต่ถ้าพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ภาพที่ได้จะเป็นภาพที่สลับขาวเป็นดำ ดำเป็นขาวดังนั้นก่อนพิมพ์จึงต้องกลับค่าของรหัสสีที่จะพิมพ์ก่อนจึงมีขั้นตอนการพิมพ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงภาพปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 แสดงภาพที่ลดความสว่าง 2 ระดับ

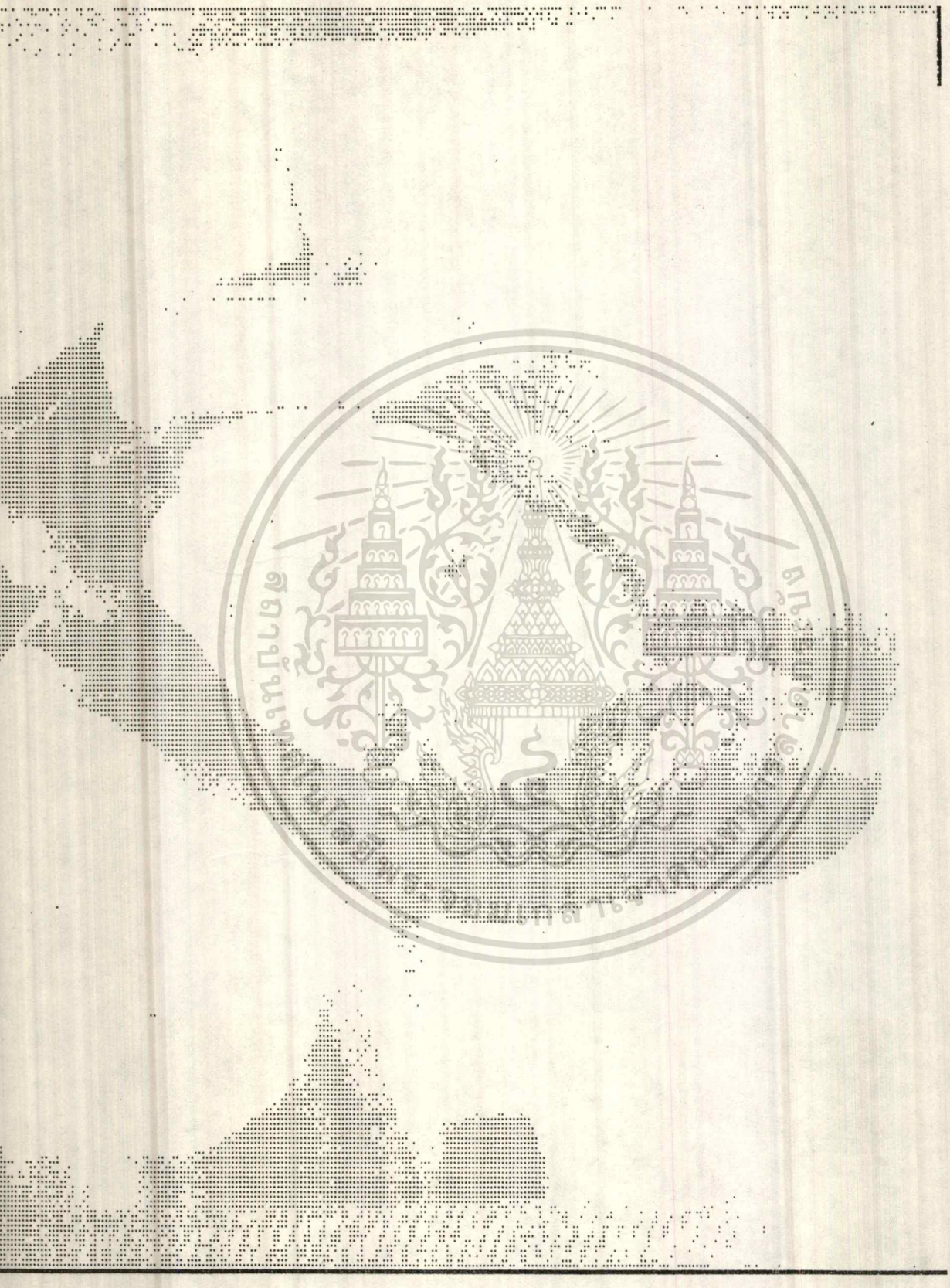
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงภาพที่ลดความสว่าง 4 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

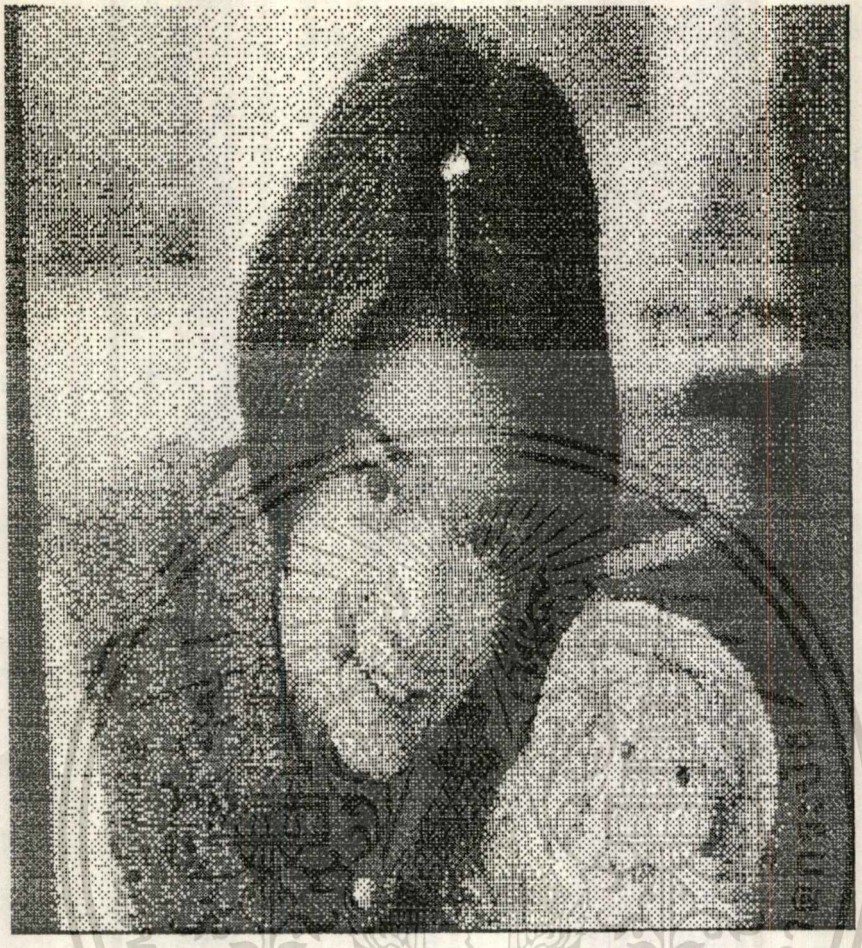
รูปที่ 4.7 แสดงภาพที่เพิ่มความสว่าง 2 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงภาพที่เพิ่มความสว่าง 4 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงภาพปกติที่ปริ้นภาพจากโปรแกรมในวินโดวส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้สร้างโครงงาน "การพัฒนาระบบประมวลผลสัญญาณภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์" (IMAGE WISE VIDEO DIGITIZER) ขึ้นมา ผลของโครงงานนี้ได้ผลในระดับหนึ่ง โดยสามารถแสดงภาพออกที่หน้าจอ

โครงงานนี้สามารถบันทึกภาพจากสัญญาณภาพรวมของอุปกรณ์ ต่าง ๆ เช่น กล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรเปิด กล้องถ่ายวีดีโอ เครื่องเล่นวีดีโอเทปได้ ความละเอียดของสัญญาณภาพเท่ากับ 512 X 512 จุด มีความเข้มของภาพ 64 ระดับ สามารถแสดง

ในการสั่งให้บันทึกภาพจากสัญญาณภาพรวมเข้ายังหน่วยความจำของเครื่องสำหรับภาพปกติทั่ว ๆ ไปดี แต่ในภาพที่มีความสว่างของภาพน้อย (ภาพมืด) บางครั้งภาพที่ได้จะมีลักษณะที่การเริ่มต้นบันทึกภาพไม่ตรงกับตำแหน่งเริ่มต้นของฟิลด์ แก้โดยการตั้งค่าแรงดันอ้างอิงในภาคแยกสัญญาณซิงค์ให้เหมาะ

การบันทึกภาพสัญญาณภาพรวมที่เป็นสัญญาณสีภาพที่ได้ออกมาความชัดเจนดี แต่จะเห็นเป็นรอยริ้วอันเกิดจากการรบกวนของสัญญาณสีบางสี

เรื่องจากการทำงานของเครื่องมีความเร็วสูงมาก (ใช้ความถี่ 20 MHz) ประกอบกับตัวเครื่องมีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไอซีจำนวนมากและการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าของตัวเครื่องเดินด้วยสายไฟทั้งหมดทำให้เกิดสัญญาณรบกวนจากส่วนต่าง ๆ ได้ดังนั้นจึงต้องแก้ไขโดยการเดินสายกราวด์ของตัวเครื่องให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าปกติและต้องมีการจัดเรียงอุปกรณ์ในบางชุดให้เหมาะสมเพราะตัวเครื่องมีอุปกรณ์จำนวนมาก

แนวทางในการพัฒนา

เนื่องจากโครงการนี้ได้พัฒนาระบบประมวลผลสัญญาณภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทางดิจิตอล 512 X 512 จุดต่อภาพซึ่งเป็นภาพขาวดำ ซึ่งในงานบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างต้องการสัญญาณภาพสีที่มีความละเอียดมากจึงแนะนำให้ทำเป็นประมวลผลสัญญาณภาพสีขนาด 512 X 512 จุดต่อภาพโดยใช้หลักการเดียวกับโครงงานนี้โดยเฟมส่วนของ A/D ให้เป็น 3 ส่วน โดยแยกสัญญาณ R G B ออกจากกัน แยกภาพสัญญาณต่างออกเหมือนทำการ์ดประมวลผลสัญญาณภาพขาวดำเป็น 3 ชุด แล้วนำสัญญาณที่ได้มารวมกันในตอนสุดท้ายก็จะได้ภาพสัญญาณสีที่มีขนาด 512 X 512 จุดต่อภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มความละเอียดให้มากขึ้นจะทำให้ภาพละเอียดขึ้น
2. ควรปรับปรุงวงจรส่วนหน้าของ A/D เพื่อให้สามารถปรับระดับสัญญาณที่ป้อนให้ได้
3. ควรเพิ่มหน่วยความจำ ให้สามารถเก็บข้อมูลภาพได้หลายภาพ
4. ควรใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีเยี่ยม และการป้องกันสัญญาณรบกวน
5. พัฒนาโครงงานให้สามารถบันทึกสัญญาณภาพสีได้

อุปสรรคในการทำโครงงาน

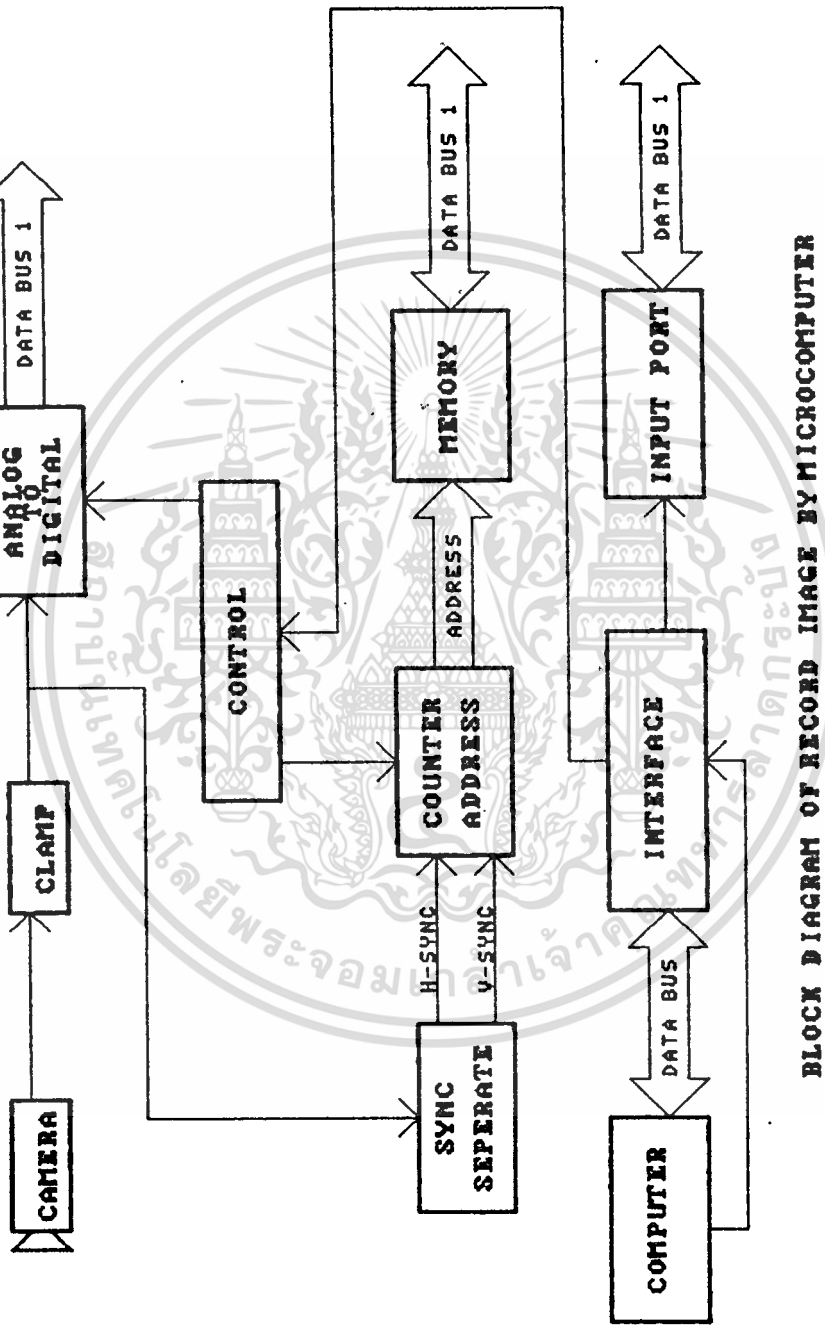
1. สัญญาณรบกวนอันเกิดจากสัญญาณต่าง ๆ ภายในคอมพิวเตอร์มีผลทำให้การทำงานของเครื่องไม่แน่นอน
2. อุปกรณ์ที่ใช้บางครั้งเกิดมีสัญญาณรบกวนขึ้นเอง เช่น ป้อนความถี่ เข้าอินพุทของไอซีอินเวอร์เตอร์แล้ววัดความถี่ที่เอาท์พุทได้ไม่ตรงกัน
3. เนื่องจากประกอบวงจรโดยการเดินสายไฟ จึงบอบบางมากไม่ทนทาน
4. คู่มือการทำงานของ IC บางหมายเลขหาไม่ได้
5. อุปกรณ์บางตัวมีราคาแพงและหาซื้อลำบาก
6. เนื่องจากสัญญาณมีระดับความละเอียดสูงทำให้ยากต่อการจัดเก็บข้อมูลในแฟ้มภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

76

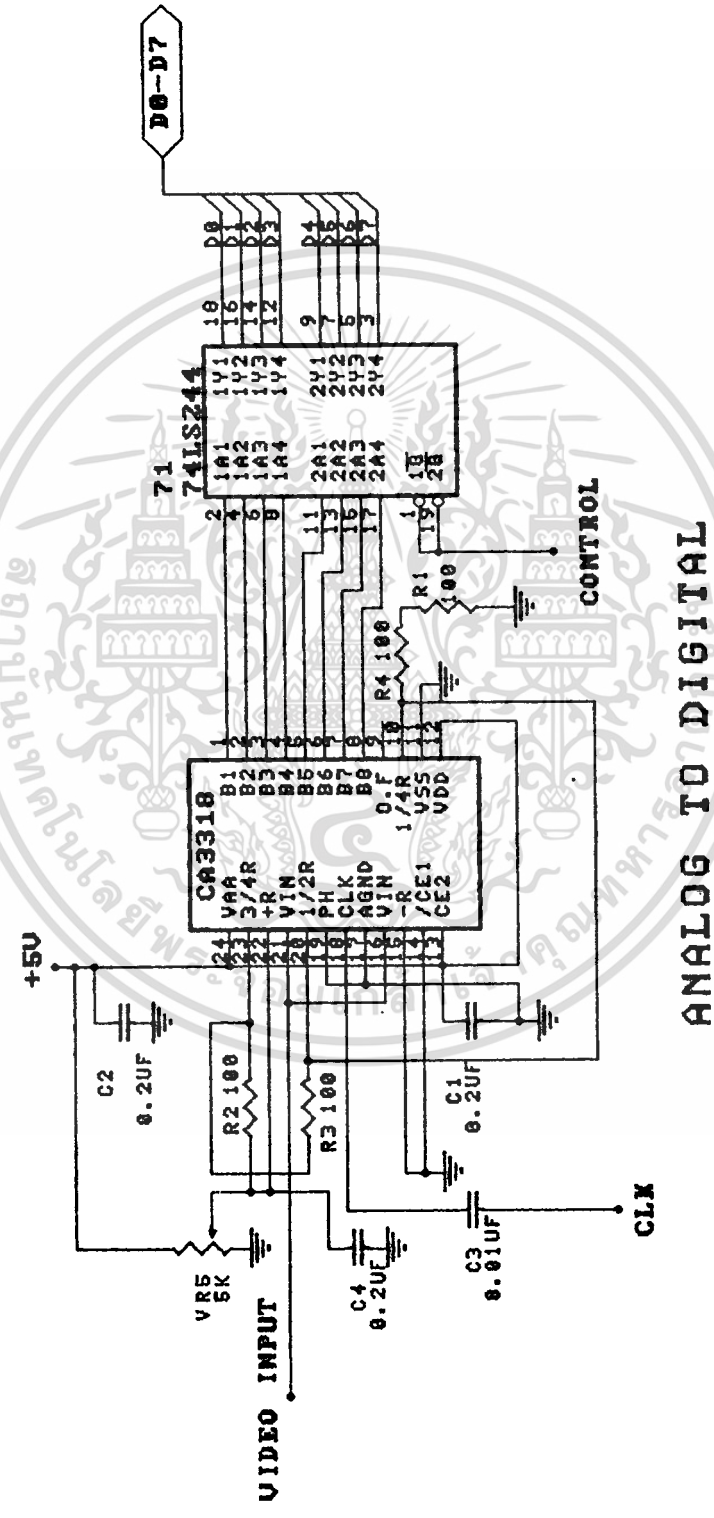
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

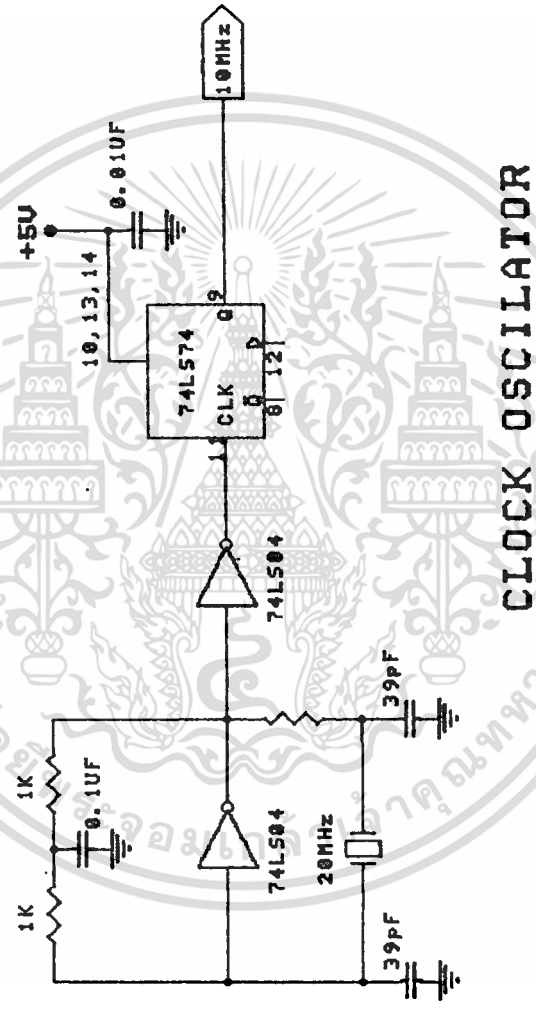


BLOCK DIAGRAM OF RECORD IMAGE BY MICROCOMPUTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

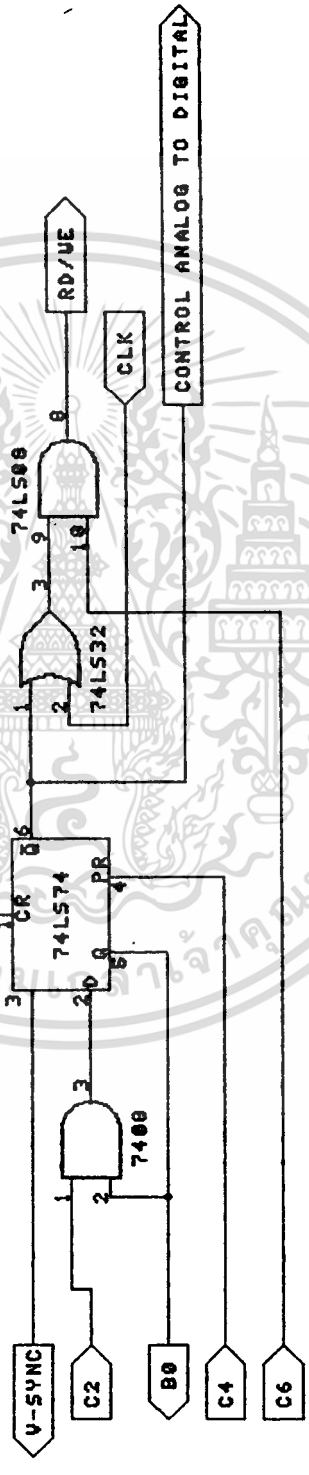


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

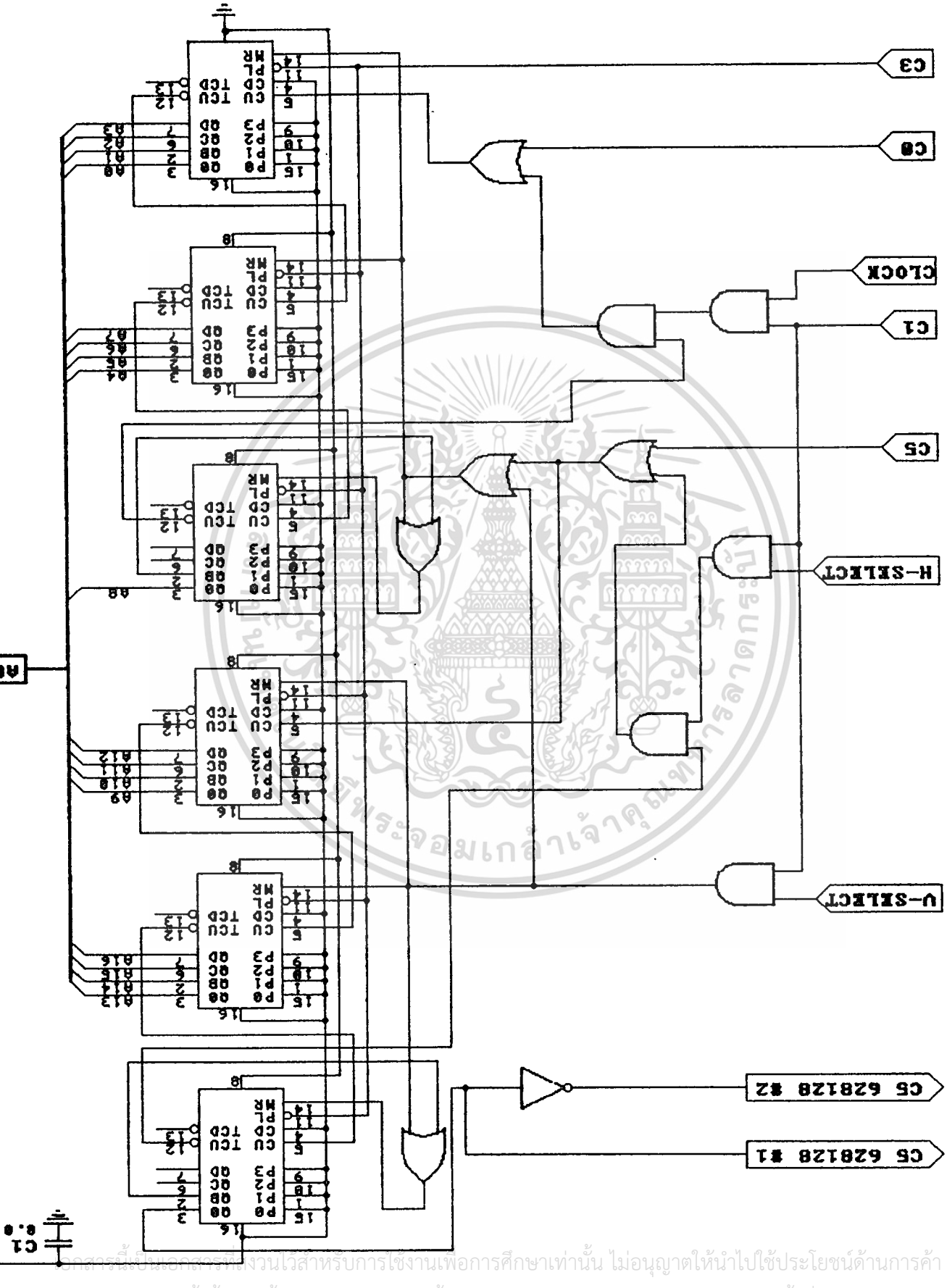


CLOCK OSCILATOR

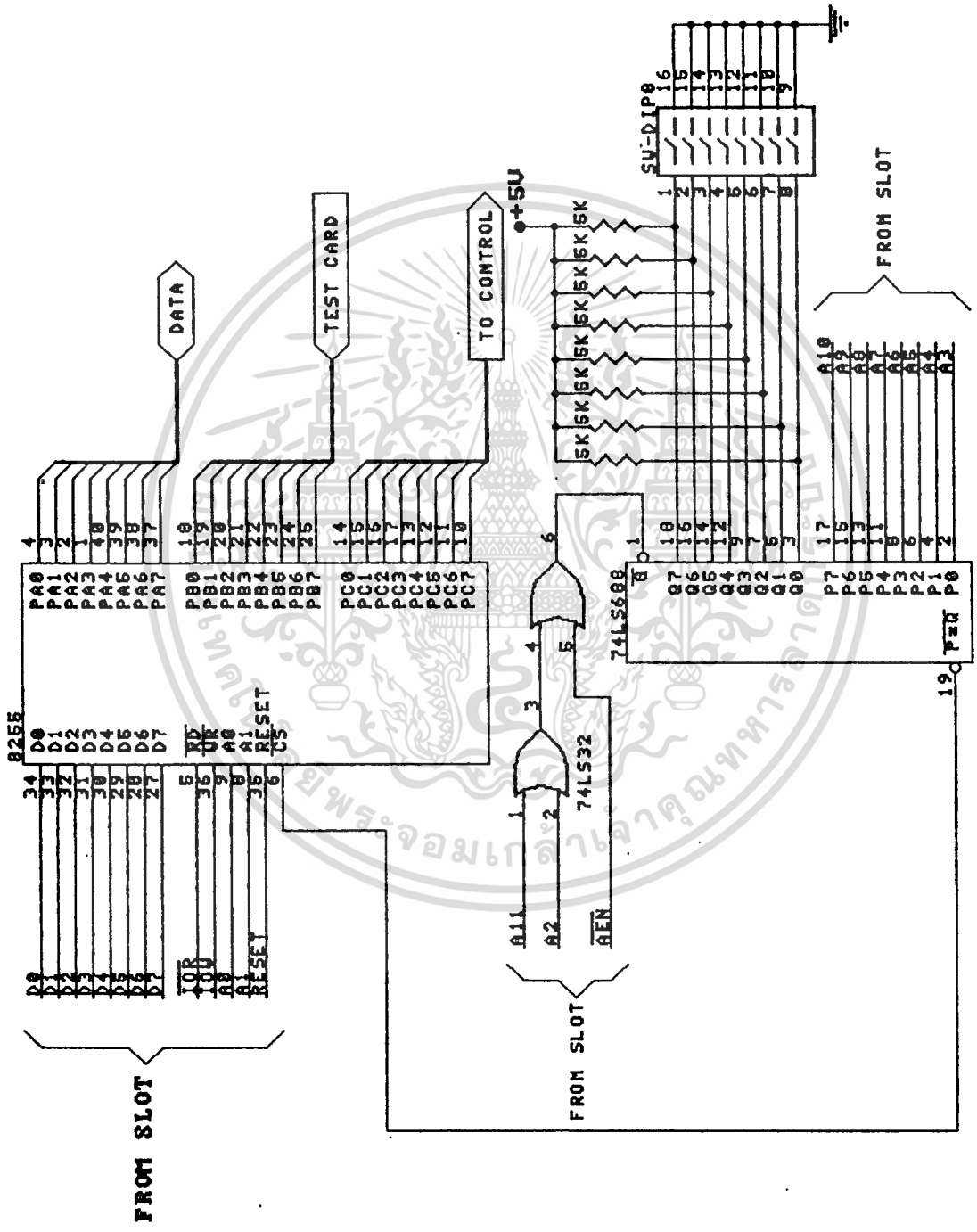
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



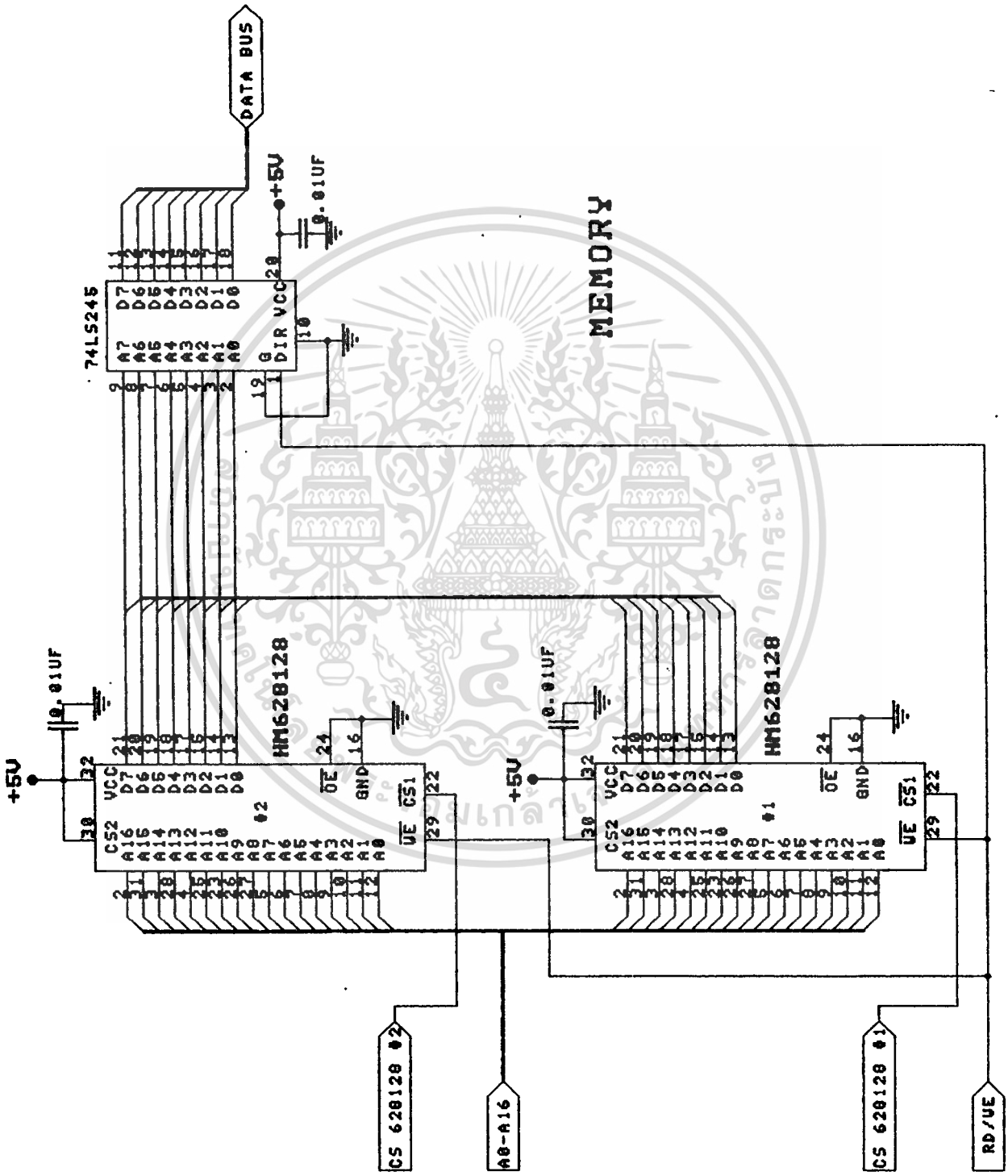
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



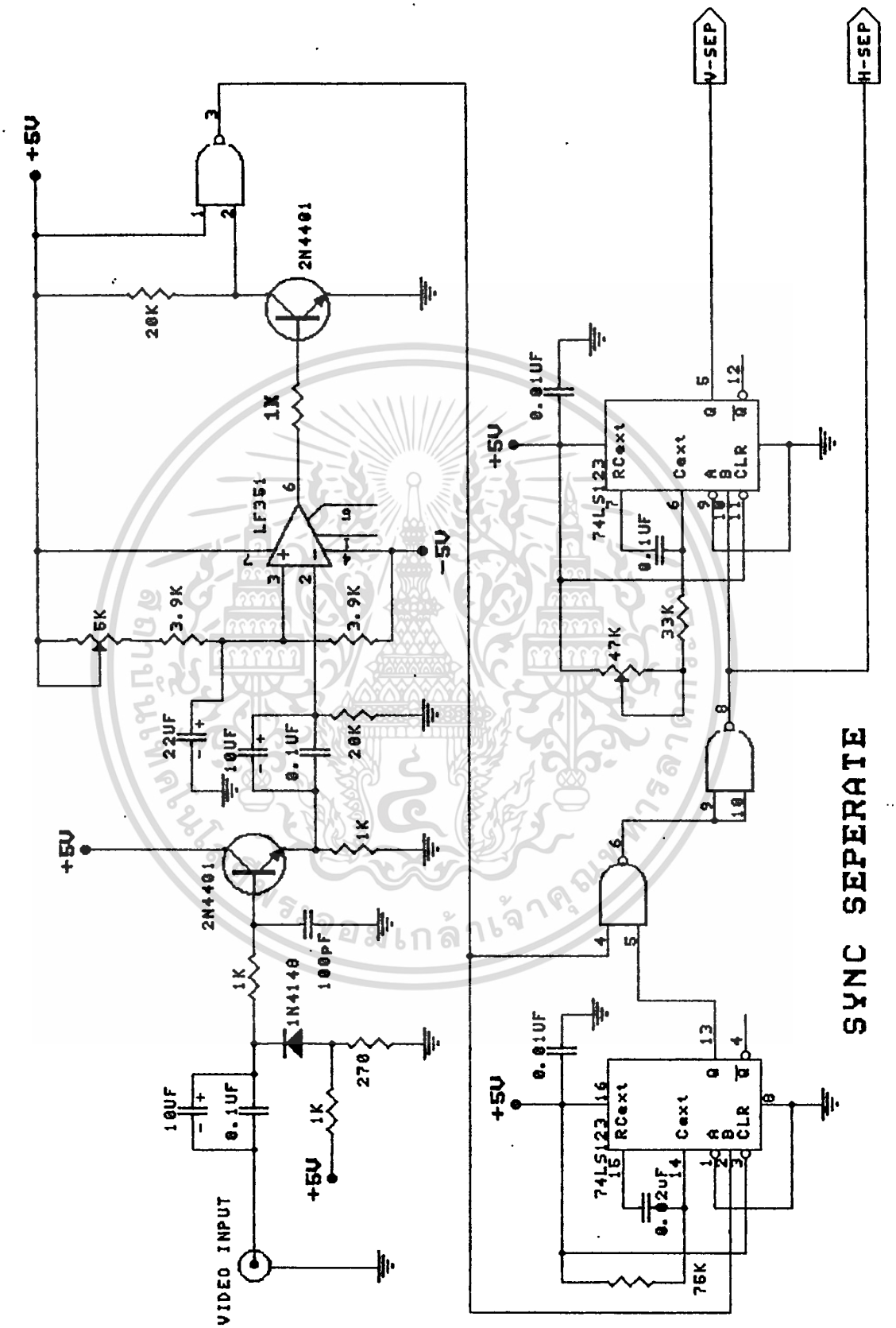
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*  Project Tvimage.c  */

#include<graphics.h>
#include<conio.h>
#include<stdio.h>
#include<alloc.h>
#include<ctype.h>
#include<dos.h>
#include "svga256.h"

#define MASSAGEX  130
#define MASSAGEY  564

#define UP     0x48
#define DOWN   0x50
#define ESC    0x1b

#define    _WHITE          243  /*63*/
#define    _BLACK          244  /*0*/
#define    _BLUE           245  /*251*/
#define    _CYAN           246  /*245*/
#define    _MAGENTA        247  /*130*/
#define    _BROWN          248  /*136*/
#define    _DARKGRAY       249  /*26*/
#define    _LIGHTGRAY      250  /*29*/
#define    _LIGHTBLUE      251  /*230*/
#define    _LIGHTRED       252  /*206*/
#define    _LIGHTCYAN      253  /*164*/
#define    _LIGHTGREEN     254  /*250*/
#define    _LIGHTMAGENTA   255  /*142*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define colorbox _LIGHTGRAY       /* set color block */
#define colorline _BLACK          /* line out        */
#define colortab _LIGHTRED        /* set color tab   */
#define colortab_nor _MAGENTA
#define speed  0                  /* Speed laser     */
#define colortext _LIGHTBLUE

#define PORT_A    0x300
#define PORT_B    0x301
#define PORT_C    0x302
#define CTRL_PORT 0x303

/************************** function menu **************************/

void Setcolor(void);
extern void far showimage(char far *,char far *,char far *,
                          char far *);
void Getimage(char far *Ptimage1,char far *Ptimage2,
              char far *Ptimage3,char far *Ptimage4);
void saveimage(char far *Ptimage1,char far *Ptimage2,
               char far *Ptimage3,char far *Ptimage4);
void graph(void);
void block();
void barstart(void);
void control();
void blockcontrol();
void Bar(int yy);
void sentv(void);
void printer(void);
void picture_to_mem(void);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char far *imagebuffer1, far *imagebuffer2,
              far *imagebuffer3,far *imagebuffer4,
              far *Ptimage1, far *Ptimage2, far *Ptimage3,
              far *Ptimage4,far *printerbuffer,
              far *printerbuffer1;

char menu(); void nmmenu(int row); void remenu(int row);
void Image();
char menuimage(); void nmimage(int row);void reimage(int row);
void File();
char menufile(); void nmfile(int row); void refile(int row);
void Print(void);
void loadpic256(void);
void color(void);

/********************** declair ************************/

#define byte  unsigned char
#define cword unsigned int
#define dword unsigned long

typedef struct{
        dword  bisize;
        dword  biwidth;
        dword  biheight;
        cword  biplanes;
        cword  bibitcount;
        dword  bicompression;
        dword  bisizeimage;
        dword  bixpelspermeter;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        dword   biypelspermeter;
        dword   biclrused;
        dword   biclrimportant;
}HEAD3;
HEAD3 tbitmapinfoheader;


typedef struct{
        cword   bftype;
        dword   bfsize;
        cword   bfreserved1;
        cword   bfreserved2;
        dword   bfoffbits;
}HEAD1;
HEAD1 tbitmapfileheader;


typedef struct{
        HEAD3   bmiheader;
        byte    bmicolors[1024];
}HEAD2;
HEAD2 tbitmapinfo;

int rowmenu=180,amenu=0;
int rowimage=180,aimage=0;
int rowfile=180,afile=0;
int rowsend=180,asend=0;
int carmera=1;
int light;
static int imagefile=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int huge DetectVGA256()
{
   return(3);
}

/*********************************************************************/

void main(void)
   {
     char inch,chice;

     imagebuffer1 = farmalloc(65536);
     imagebuffer2 = farmalloc(65536);
     imagebuffer3 = farmalloc(65536);
     imagebuffer4 = farmalloc(65536);
     printerbuffer= farmalloc(65536);
     printerbuffer1= farmalloc(65536);

     if ((imagebuffer1 == NULL)||(imagebuffer2 == NULL)||
         (imagebuffer3 == NULL)||(imagebuffer4 == NULL)||
         (printerbuffer == NULL)||(printerbuffer1 == NULL)){
        printf("Program too big to fit in memory ! \n");
        exit(0);
     }
     outportb(CTRL_PORT,0x92);                  /* control  port */
     outportb(PORT_C,0x4e);                     /* reset card */

     graph();
     block();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Setcolor();
setfillstyle(1,_BLACK);
 bar(20,20,534,534);
 barstart();
 settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
 setcolor(_LIGHTMAGENTA);
 outtextxy(135,160,"The Image Wise Video Digitizer");
 outtextxy(203,240,"Version 1.5");
 outtextxy(115,320,"ED.Electronic and Computer Engineer");
 outtextxy(145,400,"Copyright (c) 1994 by KMITL");
 do{
    control(1);

    while((chice=menu())!='4'){
         switch(chice){
               case '1' : Image();break;
               case '2' : File();break;
               case '3' : Print();break;
         }
    }

    setfillstyle(1,_BROWN);
    bar(21,555,535,579);
    settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
    setcolor(_LIGHTBLUE);
    outtextxy(120,556,"You want to Quit to DOS [Y/N] ? : ");
    inch=getch();
    if((inch=='y')||(inch=='Y'))
        inch='Q';
 }while(inch!='Q');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        closegraph();
        printf("\a");
        printf("thank you    see you again");

    }

void graph()
    {
        int mode,driver=DETECT,i;

        installuserdriver("Svga256",DetectVGA256);
        initgraph(&driver,&mode,"");

    }

 /*****************************************************************/

void control(char mode)
    {
/*  */setfillstyle(1,_LIGHTBLUE);
        bar(556,21,778,103);

        setfillstyle(1,_BLUE);
        bar(775,21,778,103);
        bar(556,100,778,103);

        setfillstyle(1,_WHITE);
        bar(556,21,778,24);
        bar(556,21,559,103);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setcolor(_BLUE);
line(778,21,775,24);
line(778,21,776,24);
line(778,21,777,24);
line(778,21,778,24);
line(559,100,556,103);
line(559,100,557,103);
line(559,100,558,103);
line(559,100,559,103);

setfillstyle(1,colortab_nor);
bar(556,106,778,496);

setcolor(_LIGHTGREEN);
rectangle(556,106,778,496);
rectangle(557,107,777,495);
rectangle(558,108,776,494);
rectangle(559,109,775,493);

setcolor(_BLACK);
line(568,118,764,118);
line(568,119,764,119);
line(568,120,764,120);
line(568,118,568,484);
line(569,118,569,484);
line(570,118,570,484);

setcolor(_WHITE);
line(571,484,764,484);
line(764,121,764,484);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*   */ blockcontrol();

        settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
        setcolor(_LIGHTRED);
        outtextxy(635,39,"KMITL");
        outtextxy(574,69,"MENU CONTROL");
        setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");

        setfillstyle(1,_BROWN);
        bar(21,555,535,579);
        settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,1);
        setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(33,564,"This control and display Image Wise Video
                          Digitizer (512*512)");


        switch(mode){

              case 1:
                     settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,3);
                    setcolor(_LIGHTGREEN);
                     outtextxy(604,125,"MAIN MENU");
                     settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
                    setcolor(_LIGHTBLUE);
                     outtextxy(646,180,"Image");
                     outtextxy(646,230,"File ");
                     outtextxy(646,280,"Print");/*SEND*/
                     outtextxy(646,330,"Quit ");
                     break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 2:
        settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,3);
       setcolor(_LIGHTGREEN);
        outtextxy(601,125,"IMAGE MENU");
        settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);

       setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(646,180,"Play");
        outtextxy(646,230,"Clear");
        outtextxy(646,280,"+light");
        outtextxy(646,330,"-light");
        outtextxy(646,380,"Exit");
        break;

case 3:
        settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,3);
       setcolor(_LIGHTGREEN);
        outtextxy(606,125,"FILE MENU");
        settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);

       setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(646,180,"Load");
        outtextxy(646,230,"Save ");
        outtextxy(646,280,"Exit ");
        break;

}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/************************ barstart ********************************/

void barstart(void)
     {
      setfillstyle(1,_LIGHTCYAN);
       bar(145,59,408,92);

      setfillstyle(1,_LIGHTBLUE);
       bar(135,67,398,100);

      settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
      setcolor(_LIGHTMAGENTA);
       setcolor(_LIGHTRED);
       outtextxy(161,74,"Program Control Image");
     }

 /***************************** MENU ********************************/

char menu()
     {
       char dh;

       do{
          settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
          remenu(rowmenu);

          dh=getch();
          nmmenu(rowmenu);
          if(dh==0){
               dh=getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            switch(dh){

                    case UP   : rowmenu-=50;amenu--;
                                if(rowmenu<180){
                                   rowmenu=330;
                                   amenu=3;
                                }break;
                    case DOWN: rowmenu+=50;amenu++;
                                if(rowmenu>330){
                                   rowmenu=180;
                                   amenu=0;
                                }break;

                }
            }
            if(dh==ESC){
               printf("\a");
               return('4');
            }

        }while(dh!='\r');
        return(amenu+'1');
    }


void nmmenu(int row)
    {
        setfillstyle(1,colortab_nor);
        Bar(row);
        setcolor(_LIGHTBLUE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        switch(row){
                case 180 : outtextxy(646,180,"Image");break;
                case 230 : outtextxy(646,230,"File ");break;
                case 280 : outtextxy(646,280,"Print");break;
                case 330 : outtextxy(646,330,"Quit ");break;
        }
      }

void remenu(int row)
     {
      setfillstyle(1,colortab);
       Bar(row);
      setcolor(_LIGHTGREEN);
       switch(row){
                case 180 : outtextxy(646,180,"Image");break;
                case 230 : outtextxy(646,230,"File ");break;
                case 280 : outtextxy(646,280,"Print");break;
                case 330 : outtextxy(646,330,"Quit ");break;
       }
     }

 /****************************** IMAGE ******************************/

void Image()
     {
       char chice,data;
       int c2,c3;
       long count;
       control(2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while((chice=menuimage())!='5'){
        blockcontrol();
        setcolor(colortext);

        switch(chice){
                case '1' : /* Play */
                        if(imagefile!=1) Setcolor();
                        imagefile = 1;
                        outtextxy(623,530,"** Play **");
                        setfillstyle(1,_BROWN);
                        bar(21,555,535,579);
                        settextstyle(TRIPLEX_FONT,
                                HORIZ_DIR,1);
                        setcolor(_LIGHTBLUE);
                        outtextxy(180,556,"press any key
                                to stop");
                        Getimage(imagebuffer1,imagebuffer2,
                                imagebuffer3,imagebuffer4);
                        do{
                          showimage(imagebuffer1,
                                imagebuffer2,imagebuffer3
                                ,imagebuffer4);
                          Getimage(imagebuffer1,imagebuffer2,
                                imagebuffer3,imagebuffer4);
                        }while(!kbhit());
                        getch();
                        printf("\a");
                        carmera=1;
                        setfillstyle(1,_BROWN);
                        bar(21,555,535,579);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,1);
                setcolor(_LIGHTBLUE);
                 outtextxy(33,564,"This control and
                           display Image Wise Video
                            Digitizer (512*512)");

                 blockcontrol();
                settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
                setcolor(_LIGHTBLUE);
                 outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");
                 break;

        case '2' : /* Clear */
                 outtextxy(623,530,"** Clear **");
                 clearviewport();
                 block();
                Setcolor();
                 imagefile=1;
                 barstart();
                settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
                setcolor(_LIGHTMAGENTA);
                 outtextxy(135,160,"The Image Wise
                           Video Digitizer");
                 outtextxy(203,240,"Version 1.5");
                 outtextxy(115,320,"ED.Electronic and
                           Computer Engineer");
                 outtextxy(145,400,"Copyright (c) 1994
                           by KMITL");
                 control(2);
                 blockcontrol();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
                setcolor(_LIGHTBLUE);
                 outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");
                 printf("\a");
                 break;
        case '3' : /* +light */
                 outtextxy(620,530,"** +light **");

                 for(c2=(20+1);c2<(512+20+1);c2++)
                    for(c3=(20+1);c3<(512+20+1);c3++)
                       putpixel(c3,c2,(getpixel(c3,
                                c2)+5));

                 printf("\a");
                 blockcontrol();
                settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
                setcolor(_LIGHTBLUE);
                 outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");

                 break;
        case '4' : /* -light */
                 outtextxy(620,530,"** -light **");

                 for(c2=(20+1);c2<(512+20+1);c2++)
                   for(c3=(20+1);c3<(512+20+1);c3++){
                      if((data=(getpixel(c3,c2)-5))>0)
                          putpixel(c3,c2,data);
                      else
                          putpixel(c3,c2,0);
                   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                printf("\a");
                                blockcontrol();
                               settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
                               setcolor(_LIGHTBLUE);
                                outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");

                                break;
                    }
            }
            rowimage=180;
            aimage=0;
            control(1);
        }

char menuimage()
    {
        char dh;
        do{
            settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
            reimage(rowimage);
            dh=getch();
            nmimage(rowimage);
            if(dh==0){
                dh=getch();
                switch(dh){
                        case UP   : rowimage-=50;aimage--;
                                    if(rowimage<180){
                                       rowimage=380;
                                       aimage=4;
                                    }break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                case DOWN: rowimage+=50;aimage++;
                           if(rowimage>380){
                              rowimage=180;
                              aimage=0;
                           }break;
            }
        }
        if(dh==ESC)
            return('5');

    }while(dh!='\r');
    return(aimage+'1');
}

void nmimage(int row)
    {
      setfillstyle(1,colortab_nor);
      Bar(row);
     setcolor(_LIGHTBLUE);

      switch(row){
             case 180 : outtextxy(646,180,"Play");break;
             case 230 : outtextxy(646,230,"Clear");break;
             case 280 : outtextxy(646,280,"+light");break;
             case 330 : outtextxy(646,330,"-light");break;
             case 380 : outtextxy(646,380,"Exit");break;

      }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void reimage(int row)
     {
       setfillstyle(1,colortab);
       Bar(row);
      setcolor(_LIGHTGREEN);
       switch(row){
              case 180 : outtextxy(646,180,"Play");break;
              case 230 : outtextxy(646,230,"Clear");break;
              case 280 : outtextxy(646,280,"+light");break;
              case 330 : outtextxy(646,330,"-light");break;
              case 380 : outtextxy(646,380,"Exit");break;

       }
     }

 /***************************** FILE ********************************/

void File()
     {
       char chice;
       control(3);
       while((chice=menufile())!='3'){
              blockcontrol();
              setcolor(colortext);

              switch(chice){
                     case '1' : /* Load */
                                outtextxy(623,530,"** Load **");
                                loadpic256();
                                blockcontrol();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        setfillstyle(1,_BROWN);
        bar(21,555,535,579);
      settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,1);
      setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(33,564,"This control and
                  display Image Wise Video
                  Digitizer (512*512)");
      settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
      setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");
        break;
    case '2' : /* Save */
        outtextxy(623,530,"** Save **");
        saveimage(imagebuffer1,imagebuffer2,
        imagebuffer3,imagebuffer4);
        blockcontrol();
        printf("\a");
      setfillstyle(1,_BROWN);
        bar(21,555,535,579);
      settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,1);
      setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(33,564,"This control and
                  display Image Wise Video
                  Digitizer (512*512)");
      settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
      setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");
        break;
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        rowfile=180;
        afile=0;
        control(1);
      }

char menufile()
     {
       char dh;

       do{
          settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
          refile(rowfile);
          dh=getch();
          nmfile(rowfile);

          if(dh==0){
            dh=getch();
            switch(dh){
                  case UP   : rowfile-=50;afile--;
                              if(rowfile<180){
                                 rowfile=280;
                                 afile=2;
                              }break;
                  case DOWN: rowfile+=50;afile++;
                              if(rowfile>280){
                                 rowfile=180;
                                 afile=0;
                              }break;
            }
       }while(dh!=13);
     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(dh==ESC)
            return('3');
      }while(dh!='\r');
      return(afile+'1');
    }

void nmfile(int row)
    {
      setfillstyle(1,colortab_nor);
      Bar(row);
     setcolor(_LIGHTBLUE);
      switch(row){
            case 180 : outtextxy(646,180,"Load");break;
            case 230 : outtextxy(646,230,"Save");break;
            case 280 : outtextxy(646,280,"Exit");break;
      }
    }

void refile(int row)
    {
      setfillstyle(1,colortab);
      Bar(row);
     setcolor(_LIGHTGREEN);
      switch(row){
            case 180 : outtextxy(646,180,"Load");break;
            case 230 : outtextxy(646,230,"Save");break;
            case 280 : outtextxy(646,280,"Exit");break;

      }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/****************************** Print ******************************/

void Print(void)
     {
       blockcontrol();
       setcolor(colortext);
       outtextxy(620,530,"** Print **");
       printer();
       blockcontrol();
       settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
       setcolor(_LIGHTBLUE);
       outtextxy(589,535,"UP OR DOWN");
     }

/*************************************************************************/

void block()
     {
       graph();  /*  800*600 color 256  */
       setfillstyle(1,colorbox);
       bar(1,1,799,19);
       bar(1,1,19,599);

       bar(780,1,799,599);
       bar(1,580,799,599);

/****************************** out ******************************/
       setfillstyle(1,_WHITE);
       bar(0,0,799,3);
       bar(0,0,3,599);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        setfillstyle(1,_DARKGRAY);
        bar(796,0,799,599);
        bar(0,596,799,599);

       setcolor(_WHITE);
        line(799,0,796,3);
        line(0,599,3,596);
        line(799,0,796,0);
        line(799,0,796,1);
        line(799,0,796,2);
        line(0,599,2,596);
        line(0,599,1,596);
        line(0,599,0,596);

/****************************** IN ******************************/
        setfillstyle(1,_BLACK);
        bar(17,17,782,20);
        bar(17,17,20,582);
        setfillstyle(1,_WHITE);
        bar(780,18,782,582);
        bar(18,580,782,582);

       setcolor(_BLACK);
        line(780,20,782,18);
        line(20,580,18,582);

        line(780,20,781,18);
        line(780,20,780,18);
        line(20,580,18,581);
        line(20,580,18,580);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*************************** BLOCK IMAGE ***************************/

        setfillstyle(1,colorbox);
        bar(535,17,555,585);
        bar(17,535,555,555);

        setfillstyle(1,_WHITE);
        bar(535,18,538,538);
        bar(18,535,538,538);

      setcolor(_BLACK);
        line(535,20,538,17);
        line(535,20,537,17);
        line(535,20,536,17);
        line(535,20,535,17);

        line(20,535,17,538);
        line(20,535,17,537);
        line(20,535,17,536);
        line(20,535,17,535);

     setcolor(colorline);
      rectangle(20,20,535,535);

/************************** BLOCK TEXT ********************************/
        setfillstyle(1,_BLACK);
        bar(17,552,538,555);

        setfillstyle(1,_WHITE);
        bar(535,552,538,582);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
stload:
       setfillstyle(1,_BROWN);
       bar(21,555,535,579);
       settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
      setcolor(_LIGHTBLUE);
       outtextxy(130,556,"file name (bmp) : ");
       count=0;
       name[0]='\0';
       do{
          ptname=name;
          setfillstyle(1,_BROWN);
          bar(300,555,500,579);
          outtextxy(300,556,ptname);
          data=getch();
          if(data==0x1b){                    /* esc*/
            setfillstyle(1,_BROWN);
            bar(21,555,535,579);
            settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,1);
           setcolor(_LIGHTBLUE);
            outtextxy(33,564,"This control and display Image Wise
                                Video Digitizer (512*512)");
            return;
          }
          if(data!=0){
            if(data=='\b'){
                if(count!=0){
                   name[count-1]='\0';
                    count--;
                }
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else{
            name[count]=data;
            name[count+1]='\0';
            if(count<14) count++;
        }
    }
    else getch();          /* function key */
}while(name[count-1]!='\r');
name[count-1]='\0';

if((fi=fopen(name,"rb"))==NULL){
     printf("\a");
     setfillstyle(1,_BROWN);
     bar(21,555,535,579);
     settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
    setcolor(_LIGHTBLUE);
     outtextxy(130,556,"error open file ");
     sleep(1);
     goto stload;
}

carmera=0;              /* it is image file no carmera */
setfillstyle(1,_BLACK);       /* clrscr to load */
bar(20,20,534,534);

fread(&tbitmapfileheader,sizeof(tbitmapfileheader),1,fi);
fread(&tbitmapinfoheader,sizeof(tbitmapinfoheader),1,fi);
fread(&tbitmapinfo.bmicolors,(sizeof(tbitmapinfo.bmicolors)-
        (13*4)),1,fi);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/* set color */

 if((tbitmapinfoheader.biwidth) != (512) ) imagefile=0;
 else imagefile=1;

 if(tbitmapinfo.bmicolors[64*4]!=0xfc)       imagefile=0;
 else imagefile=1;

 if(tbitmapinfoheader.bibitcount==8)
        /*-13 is reserve to menu*/
    for(count=0;count<(256-13);count++){
        _DH=(tbitmapinfo.bmicolors[((count)*4)+2])>>2;
        _CH=(tbitmapinfo.bmicolors[((count)*4)+1])>>2;
        _CL=(tbitmapinfo.bmicolors[((count)*4)+0])>>2;
        _AH=0x10;
        _AL=0x10;
        _BX=count;
        geninterrupt(0x10);
 }

 if(tbitmapinfoheader.bibitcount==4)
    for(count=0;count<16;count++){
        _DH=((tbitmapinfo.bmicolors[((count)*4)+2])>>2);
        _CH=((tbitmapinfo.bmicolors[((count)*4)+1])>>2);
        _CL=((tbitmapinfo.bmicolors[((count)*4)+0])>>2);
        _AH=0x10;
        _AL=0x10;
        _BX=count;
        geninterrupt(0x10);
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*display picture */

fseek(fi,(tbitmapfileheader.bfoffbits),SEEK_SET);

if(tbitmapinfoheader.bibitcount==4){
   for(k=tbitmapinfoheader.biheight+y;k>y;k--)
       for(j=x;j<tbitmapinfoheader.biwidth+x;j+=2){
           data=getc(fi);
           putpixel(j+1,k,data&0x0f);
           putpixel(j,k,data>>4);
       }
   fclose(fi);
   printf("\a");
}
if(tbitmapinfoheader.bibitcount==8){
   paintbrush = (tbitmapfileheader.bfsize-
                 (
                   (tbitmapinfoheader.biwidth
                    *tbitmapinfoheader.biheight
                   )
                  +tbitmapfileheader.bfoffbits
                  )
                )
                /tbitmapinfoheader.biheight;
   if(imagefile==1){
      for(k=tbitmapinfoheader.biheight+y;k>y;k--)
         for(j=x;j<tbitmapinfoheader.biwidth+x+paintbrush;j++)
            putpixel(j,k,getc(fi));
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else{
    if(tbitmapinfoheader.biheight>512){
      fseek(fi,((tbitmapinfoheader.biheight-512) *
          (tbitmapinfoheader.biwidth+paintbrush)),SEEK_CUR);
      if(tbitmapinfoheader.biwidth>512){
         for(k=512+y;k>y;k--){
             for(j=x;j<512+x+paintbrush;j++){
                 putpixel(j,k,getc(fi));
             }
           fseek(fi,tbitmapinfoheader.biwidth/*-paintbrush*/
                 -512,SEEK_CUR);
         }
      }
      else{
         for(k=512+y;k>y;k--)
             for(j=x;j<tbitmapinfoheader.biwidth+x+
             paintbrush;j++)
             putpixel(j,k,getc(fi));
      }
    }
    else{
      if(tbitmapinfoheader.biwidth>512){
         for(k=tbitmapinfoheader.biheight+y;k>y;k--){
             for(j=x;j<512+x+paintbrush;j++){
                 putpixel(j,k,getc(fi));
             }
           fseek(fi,tbitmapinfoheader.biwidth/*-paintbrush*/
                 -512,SEEK_CUR);
         }
      }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                else{
                   for(k=tbitmapinfoheader.biheight+y;k>y;k--)
                       for(j=x;j<tbitmapinfoheader.biwidth+x+
                           paintbrush;j++)
                           putpixel(j,k,getc(fi));
                }
              }
          }
          fclose(fi);
          printf("\a");
       }
    }

void blockcontrol()
    {
      settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,2);

      setfillstyle(1,_CYAN);
      bar(556,500,778,575);
      setfillstyle(1,_WHITE);
      bar(556,500,778,503);
      bar(556,500,559,575);
      setfillstyle(1,_LIGHTCYAN);
      bar(556,572,778,575);
      bar(775,500,778,575);
     setcolor(_WHITE);
      line(778,500,775,503);
      line(778,500,775,502);
      line(778,500,775,501);
      line(778,500,775,500);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        line(559,572,556,575);
        line(559,572,556,574);
        line(559,572,556,573);
        line(559,572,556,572);
    }

/****************************** Getimage ***************************/

void Getimage(char far *Ptimage1,char far *Ptimage2,char far
              *Ptimage3,char far *Ptimage4)
    {

      unsigned int lpline,lpdot,err;
      long ct=0;
      outportb(PORT_B,0x4e);

      while((inportb(PORT_B))&&(ct<60000)){
             outportb(PORT_C,0x5a);
             ++ct;
      }
      if(ct==60000) err=1;
      else err = 0;
      if(!err){
         outportb(PORT_C,0x5e);
         outportb(PORT_C,0x54);
         outportb(PORT_C,0x5c);

         for(lpline=0;lpline<128;lpline++){
                for(lpdot=0;lpdot<512;lpdot++){
                   *Ptimage1 = inportb(PORT_A);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Ptimage1++;
            outportb(PORT_C,0x5d);
            outportb(PORT_C,0x5c);
        }
        outportb(PORT_C,0x7c);
    }

    for(lpline=0;lpline<128;lpline++){
        for(lpdot=0;lpdot<512;lpdot++){
            *Ptimage2 = inportb(PORT_A);
            Ptimage2++;
            outportb(PORT_C,0x5d);
            outportb(PORT_C,0x5c);
        }
        outportb(PORT_C,0x7c);
        outportb(PORT_C,0x5c);
    }
    outportb(PORT_C,0xdc);              /* change field */
    outportb(PORT_C,0xdc);              /* change field */

    for(lpline=0;lpline<128;lpline++){
        for(lpdot=0;lpdot<512;lpdot++){
            *Ptimage3 = inportb(PORT_A);
            Ptimage3++;
            outportb(PORT_C,0x5d);
            outportb(PORT_C,0x5c);
        }
        outportb(PORT_C,0x7c);
        outportb(PORT_C,0x5c);
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        for(lpline=0;lpline<128;lpline++){
            for(lpdot=0;lpdot<512;lpdot++){
                *Ptimage4 = inportb(PORT_A);
                Ptimage4++;
                outportb(PORT_C,0x5d);
                outportb(PORT_C,0x5c);
            }
            outportb(PORT_C,0x7c);
            outportb(PORT_C,0x5c);
        }

        outportb(PORT_C,0X4E);
        outportb(PORT_C,0x5e);
    }
    else
        for(ct=0;ct<65535;ct++,Ptimage1++)
            *Ptimage1=0;
}

/********************************* Setcolor ************************/

void Setcolor(void)
    {
      FILE *fi;
      int count;
      if((fi=fopen("graymap.img","rb"))==NULL){
         printf("\a");
         printf("error to open file graymap.img ");
      /*   exit(0);       */
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        fread(&tbitmapinfo.bmicolors,sizeof(tbitmapinfo.bmicolors),
              1,fi);
        fseek(fi,0,SEEK_SET);

        for(count=0;count<256;count++){
            _CL=getc(fi)>>2;
            _CH=getc(fi)>>2;
            _DH=getc(fi)>>2;
            _AH=0x10;
            _AL=0x10;
            _BX=count;
            geninterrupt(0x10);
            getc(fi);
        }
    }

void Bar(int yy)
    {
      bar(580,yy-1,753,yy+21);
    }

/***************************** Saveimage ****************************/

void saveimage(char far *Ptimage1,char far *Ptimage2,char far
               *Ptimage3,char far *Ptimage4)

    {
        #define word unsigned int
        #define dword unsigned long
        #define byte unsigned char
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    FILE *filecolor,*out;
    int count,c3;
    long c2;
    char *ptname,name[15],data;

    tbitmapinfoheader.bisize            = 40;
    tbitmapinfoheader.biwidth           = 512;
    tbitmapinfoheader.biheight          = 512;
    tbitmapinfoheader.biplanes          = 1;
    tbitmapinfoheader.bibitcount        = 8;
    tbitmapinfoheader.bicompression     = 0;
    tbitmapinfoheader.bisizeimage       = 262144;
    tbitmapinfoheader.bixpelspermeter   = 0;
    tbitmapinfoheader.biypelspermeter   = 0;
    tbitmapinfoheader.biclrused         = 256;
    tbitmapinfoheader.biclrimportant    = 256;

    tbitmapfileheader.bftype      = 19778;
    tbitmapfileheader.bfsize      = 263222;
    tbitmapfileheader.bfreserved1 = 0;
    tbitmapfileheader.bfreserved2 = 0;
    tbitmapfileheader.bfoffbits   = 1078;
  st:
    setfillstyle(1,_BROWN);
    bar(21,555,535,579);
    settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
   setcolor(_LIGHTBLUE);
    outtextxy(130,556,"file name (bmp) : ");
    count=0;
    name[0]='\0';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
do{
   ptname=name;
   setfillstyle(1,_BROWN);
   bar(300,555,500,579);
   outtextxy(300,556,ptname);
   data=getch();
   if(data==0x1b){                          /* esc*/
      setfillstyle(1,_BROWN);bar(21,555,535,579);
      settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,1);
     setcolor(_LIGHTBLUE);
      outtextxy(33,564,"This control and display Image Wise
                Video Digitizer (512*512)");
      return;
   }
   if(data!=0){
      if(data=='\b'){
         if(count!=0){
            name[count-1]='\0';
            count--;
         }
      }
      else{
         name[count]=data;
         name[count+1]='\0';
         if(count<14) count++;
      }
   }
   else getch();          /* function key */
}while(name[count-1]!='\r');
name[count-1]='\0';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if((out=fopen(name,"wb"))==NULL){
        printf("\a");
        setfillstyle(1,_BROWN);
        bar(21,555,535,579);
        settextstyle(TRIPLEX_FONT,HORIZ_DIR,1);
       setcolor(_LIGHTBLUE);
        outtextxy(130,556,"error open file ");
        delay(1000);
        goto st;
    }
    fwrite(&tbitmapfileheader,sizeof(tbitmapfileheader),1,out);
    fwrite(&tbitmapinfoheader,sizeof(tbitmapinfoheader),1,out);
    fwrite(&tbitmapinfo.bmicolors,sizeof(tbitmapinfo.bmicolors),1
           ,out);

    for(c2=(512+20);c2>=(20+1);c2--)
        for(c3=(20+1);c3<(512+20+1);c3++)
            putc(getpixel(c3,c2),out);

    fclose(out);
}

/****************************** Printer ****************************/

void printer(void)
    {
      unsigned double lp;
      char tem,tem1,tem2,tem3;
      char dgraph[]={27,0x2a,1,0,3};
      char a;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    int b,c,row,col;
    int seg,ppoint,pcount;

    Ptimage1=printerbuffer1;

    for(row=(512+20);row>=(20);row-=2){
       for(col=(512+20+1);col>(20+1);col-=2){
        *Ptimage1=(getpixel(col,row)+getpixel((col-1),(row-1)))/2;
         Ptimage1++;
       }
    }

  Ptimage1=printerbuffer1;
  Ptimage2=printerbuffer;

for(lp=0;lp<65520;lp+=4){
  tem = 0;tem1=0;tem2=0;
  tem3=*Ptimage1;

   if     (tem3 > 28) { tem |= 0xc0; tem1 |= 0xc0; tem2 |= 0xc0;}
   else if(tem3 > 24) { tem |= 0xc0; tem1 |= 0xc0; tem2 |= 0x80;}
   else if(tem3 > 22) { tem |= 0xc0; tem1 |= 0xc0; tem2 |= 0x00;}
   else if(tem3 > 20) { tem |= 0xc0; tem1 |= 0x80; tem2 |= 0x00;}
   else if(tem3 > 16) { tem |= 0xc0; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}
   else if(tem3 > 10) { tem |= 0x80; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}

   tem3=*(Ptimage1+1);
   if     (tem3 > 28) { tem |= 0x30; tem1 |= 0x30; tem2 |= 0x30;}
   else if(tem3 > 24) { tem |= 0x30; tem1 |= 0x30; tem2 |= 0x20;}
   else if(tem3 > 22) { tem |= 0x30; tem1 |= 0x30; tem2 |= 0x00;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(tem3 > 20) { tem |= 0x30; tem1 |= 0x20; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 16) { tem |= 0x30; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 10) { tem |= 0x20; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}

tem3=*(Ptimage1+2);
if     (tem3 > 28) { tem |= 0x0c; tem1 |= 0x0c; tem2 |= 0x0c;}
else if(tem3 > 24) { tem |= 0x0c; tem1 |= 0x0c; tem2 |= 0x08;}
else if(tem3 > 22) { tem |= 0x0c; tem1 |= 0x0c; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 20) { tem |= 0x0c; tem1 |= 0x08; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 16) { tem |= 0x0c; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 10) { tem |= 0x08; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}

tem3=*(Ptimage1+3);
if     (tem3 > 28) { tem |= 0x03; tem1 |= 0x03; tem2 |= 0x03;}
else if(tem3 > 24) { tem |= 0x03; tem1 |= 0x03; tem2 |= 0x02;}
else if(tem3 > 22) { tem |= 0x03; tem1 |= 0x03; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 20) { tem |= 0x03; tem1 |= 0x02; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 16) { tem |= 0x03; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}
else if(tem3 > 10) { tem |= 0x02; tem1 |= 0x00; tem2 |= 0x00;}

*Ptimage2=tem;
*(Ptimage2+16320)=tem1;
*(Ptimage2+32640)=tem2;

Ptimage1+=4;
Ptimage2++;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/* Print screen to printer  */
/* Init printer  */
   biosprint(1,0,0);
   biosprint(0,27,0);
   biosprint(0,51,0);
   biosprint(0,24,0);

/* Print to printer */

   ppoint = 16320;

   for(b=0;b<64;b++){
       for(a=0;a<5;a++)
       biosprint(0,dgraph[a],0);
       seg=ppoint;
       for(c=0;c<256;c++,ppoint-=64){
           biosprint(0,printerbuffer[ppoint] ^ 0xff,0);
           biosprint(0,printerbuffer[ppoint+16320] ^ 0xff,0);
           biosprint(0,printerbuffer[ppoint+32640] ^ 0xff,0);
       }
       ppoint=seg;
       ppoint++;

       biosprint(0,10,0);
       biosprint(0,13,0);
    }

}
/*extern void far showimage(char far *a,char far *b,char far *c,
        char far *d){} */
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************************
;*************************************************************************
;*************** Program tvimage.asm (c+asm) *****************************
;*************************************************************************
;*************************************************************************
;*************************************************************************

_TEXT   GROUP   PROG
PROG    SEGMENT BYTE    PUBLIC  'CODE'
        PUBLIC  _showimage
        ASSUME  CS:_TEXT

;*************************************************************************
;************************  showimage  ************************************
;*************************************************************************

_showimage      proc    far
        push    bp
        jmp     show

dataseg1        dw      ?
dataoff1        dw      ?
dataseg2        dw      ?
dataoff2        dw      ?
dataseg3        dw      ?
dataoff3        dw      ?
dataseg4        dw      ?
dataoff4        dw      ?
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
show:
        push    sp

        mov     bp,sp

        push    ds
        push    es
        push    si
        push    di

movax,cs
movds,ax

        mov     ax,[bp+8+2]             ;seg
        mov     dataseg1, ax
        mov     ax,[bp+6+2]             ;offset
        mov     dataoff1,ax

        mov     ax,[bp+12+2]            ;seg
        mov     dataseg2,ax
        mov     ax,[bp+10+2]            ;offset
        mov     dataoff2,ax

        mov     ax,[bp+16+2]            ;seg
        mov     dataseg3,ax
        mov     ax,[bp+14+2]            ;offset
        mov     dataoff3,ax

        mov     ax,[bp+20+2]            ;seg
        mov     dataseg4,ax
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     ax,[bp+18+2]            ;offset
        mov     dataoff4,ax
        mov     ax,cs
        mov     bp,ax                   ;pointer
        mov     ax,0A000h               ;video pointer
        mov     es,ax

        mov     bp,offset datasegl

;*************************************************************************

        mov     ax,4f05h                ;bank 0
        mov     bx,0
        mov     dx,0
        int     10h

        mov     di,16020                ;bank 0
        mov     ax,word ptr cs:[bp]     ;pt 1
        mov     ds,ax
        mov     si,word ptr cs:[bp+2]
        mov     bx,62                   ;line
con1:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con1

        mov     di,84
        mov     ax,4f05h                ;bank 1
        mov     bx,0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     dx,1                    ;bank number
        int     10h
        mov     di,84                   ;bank1  Pt 1
        mov     bx,66
con2:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con2

;*****************************************************************************

        mov     ax,word ptr cs:[bp+4]   ;bank 1 pt 2
        mov     ds,ax
        mov     si,word ptr cs:[bp+6]
        mov     bx,16                   ;line
con3:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con3
        mov     di,148
        mov     ax,4f05h                ;bank 2  pt 2
        mov     bx,0
        mov     dx,2                    ;bank number
        int     10h
        mov     bx,82
con4:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        dec     bx
        jnz     con4

        mov     di,212
        mov     ax,4f05h                ;bank 3  pt 2
        mov     bx,0
        mov     dx,3                    ;bank number
        int     10h
        mov     bx,30
con5:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con5

;*****************************************************************

        mov     ax,word ptr cs:[bp+8]   ;bank 3 pt 3
        mov     ds,ax
        mov     si,word ptr cs:[bp+10]
        mov     bx,52                   ;line
con6:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con6

        mov     di,276
        mov     ax,4f05h                ;bank 4  pt 3
        mov     bx,0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     dx,4                    ;bank number
        int     10h

        mov     bx,76
con7:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con7

;*************************************************************************

        mov     ax,word ptr cs:[bp+12]  ;bank 4 pt 4
        mov     ds,ax
        mov     si,word ptr cs:[bp+14]
        mov     bx,5                    ;line
con8:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con8

        mov     cx,460/2                ;counter
rep     movsw

        mov     di,0
        mov     ax,4f05h                ;bank 5  pt 3
        mov     bx,0
        mov     dx,5                    ;bank number
        int     10h
```

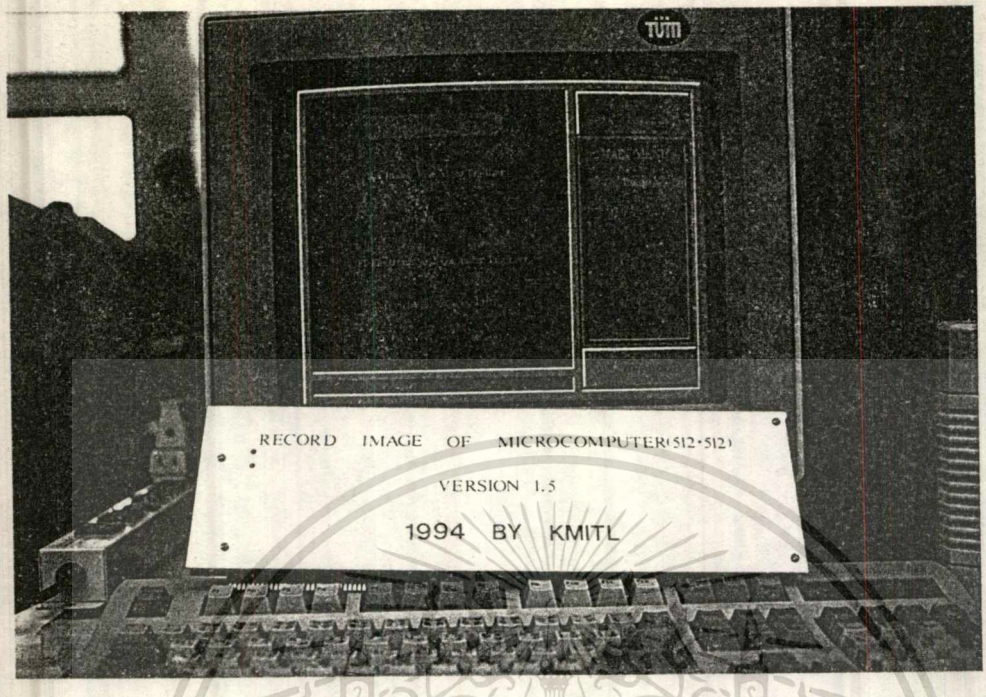
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

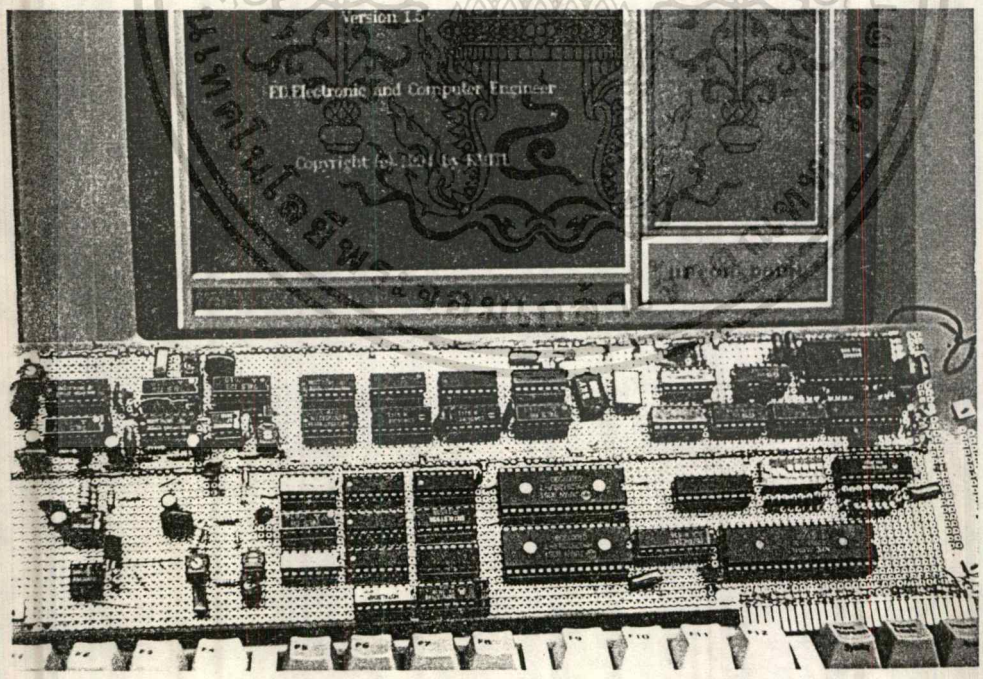
```
        mov     cx,52/2                 ;counter
rep     movsw

        mov     di,340
        mov     bx,81                   ;line
con9:   mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con9

        mov     cx,396/2                ;counter
rep     movsw

        mov     di,0
        mov     ax,4f05h                ;bank 5  pt 3
        mov     bx,0
        mov     dx,6                    ;bank number
        int     10h
        mov     cx,116/2                ;counter
rep     movsw

        mov     di,404
        mov     bx,40                   ;line
con10:  mov     cx,512/2                ;counter
rep     movsw
        add     di,288
        dec     bx
        jnz     con10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

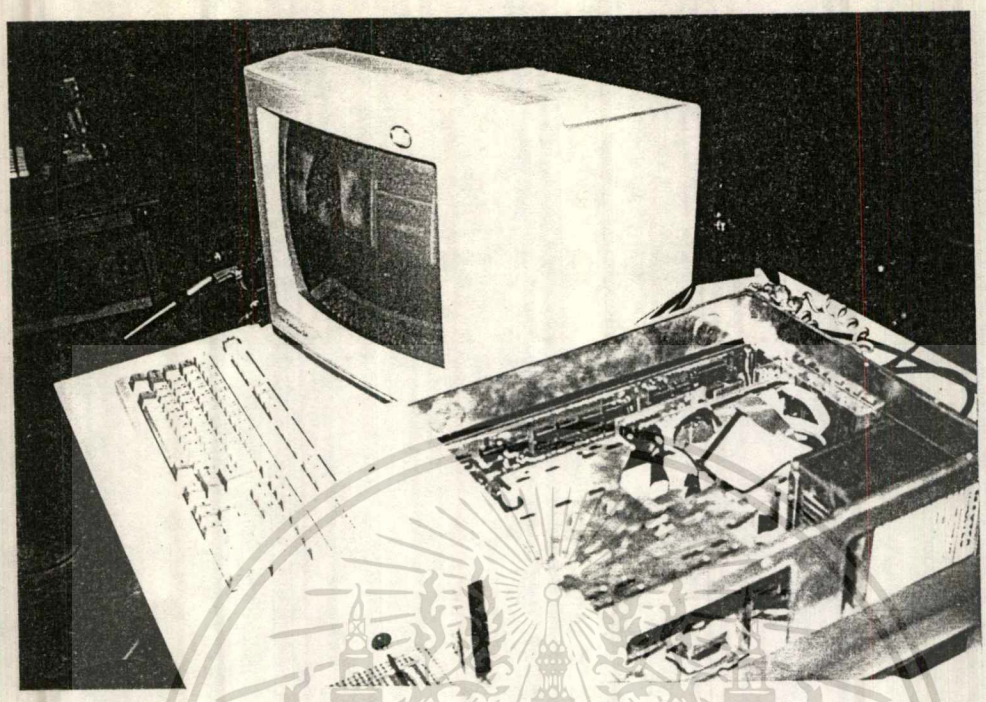
```
;*************************************************************************

        pop     di
        pop     si
        pop     es
        pop     ds
        pop     sp
        pop     bp
        ret

_showimage      endp

;*************************************************************************
;*************************************************************************
;*************************************************************************

PROG    ENDS
        END
```

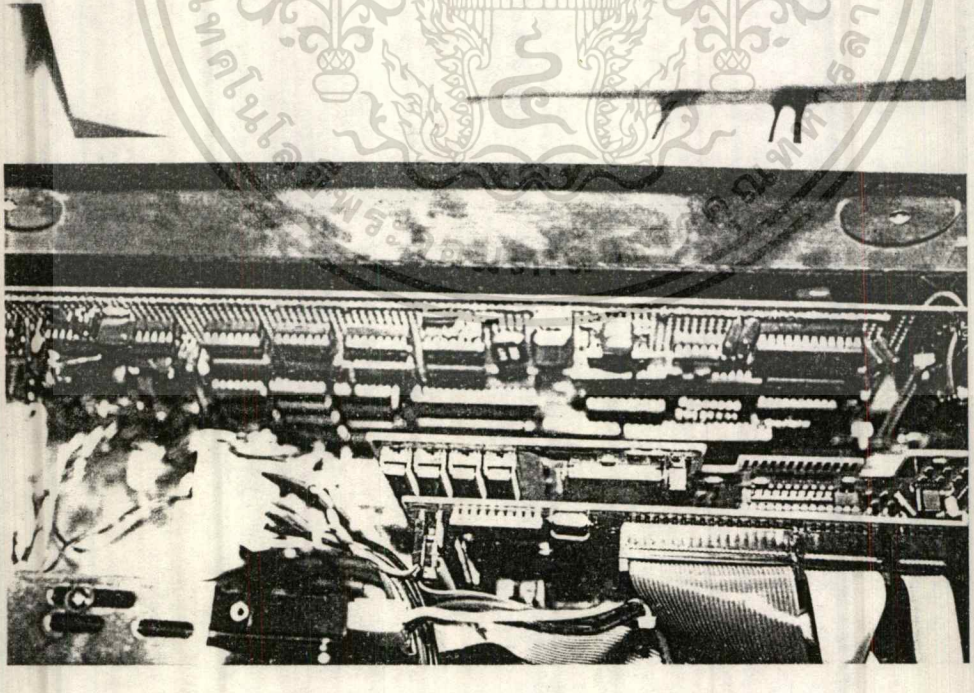
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





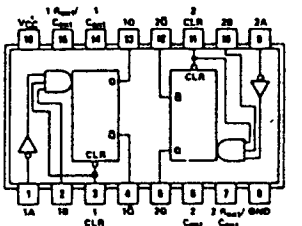
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DUAL RETRIGGERABLE MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH CLEAR

123

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L*	H*
X	X	L	L*	H*
H	L	↑	⊓	⊔
H	↓	H	⊓	⊔
↑	L	H	⊓	⊔



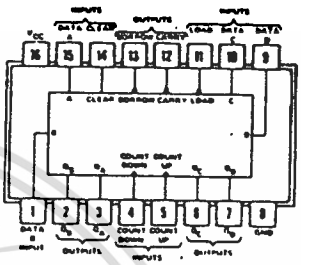
SN54123 (J, W) SN74123 (J, N)
SN54L123 (J)
SN54LS123 (J, W) SN74LS123 (J, N)

See page 7-35

SYNCHRONOUS UP/DOWN DUAL CLOCK COUNTERS

192 BCD WITH CLEAR

193 BINARY WITH CLEAR

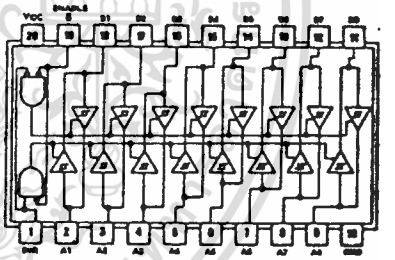


SN54192 (J, W) SN74192 (J, N)
SN54L192 (J)
SN54LS192 (J, W) SN74LS192 (J, N)
SN54193 (J, W) SN74193 (J, N)
SN54L193 (J)
SN54LS193 (J, W) SN74LS193 (J, N)

See page 7-287

OCTAL BUS TRANCEIVERS

245 NONINVERTED 3-STATE OUTPUTS

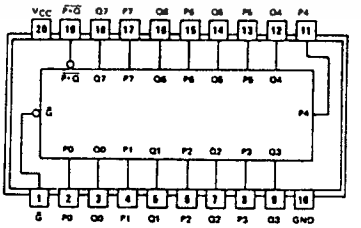


SN54LS245 (J) SN74LS245 (J, N)

See page 7-330

8-BIT MAGNITUDE COMPARATORS

688 TOTEM-POLE OUTPUT
689 OPEN-COLLECTOR OUTPUT



SN54LS688 (J) SN74LS688 (J, N)
SN54LS689 (J) SN74LS689 (J, N)

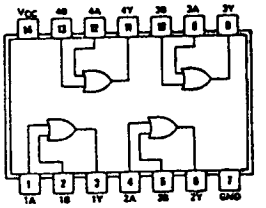
See page 7-311

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-OR GATES

32

positive logic:
Y = A+B



SN5432 (J, W) SN7432 (J, N)
SN54LS32 (J, W) SN74LS32 (J, N)
SN54S32 (J, W) SN74S32 (J, N)

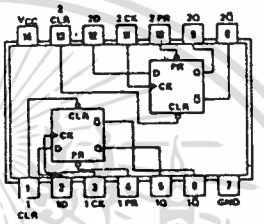
See page 5-39

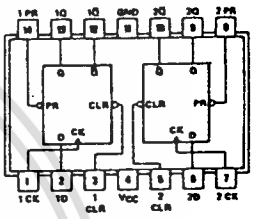
DUAL D-TYPE POSITIVE-EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS WITH PRESET AND CLEAR

74

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
PRESET	CLEAR	CLOCK	D	Q	$\bar{Q}$
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	$\bar{Q}_0$



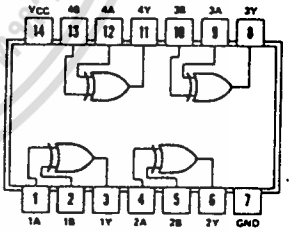


SN5474 (J) SN7474 (J, N) SN5474 (W)
SN54H74 (J) SN74H74 (J, N) SN54H74 (W)
SN54L74 (J) SN54L74 (T)
SN54LS74A (J, W) SN74LS74A (J, N)
SN54S74 (J, W) SN74S74 (J, N)

See pages 5-49, 5-50 = 54 5-58, 5-59

QUADRUPLE 2-INPUT EXCLUSIVE-OR GATES

86 Y = A ⊕ B = $\bar{A}$B+A$\bar{B}$

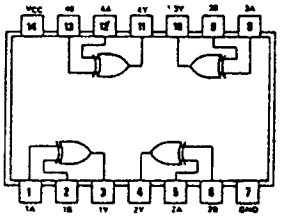


SN5486 (J, W) SN7486 (J, N)
SN54LS86 (J, W) SN74LS86 (J, N)
SN54S86 (J, W) SN74S86 (J, N)

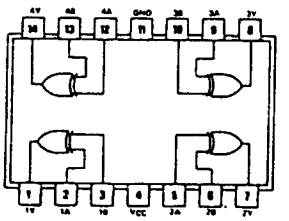
FUNCTION TABLE

INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = high level, L = low level



SN54L86 (J)



SN54L86 (T)

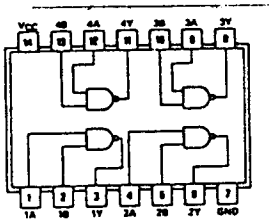
See page 7-47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-NAND GATES

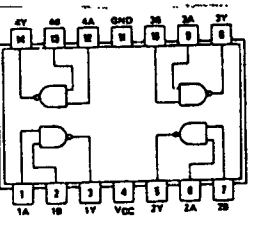
00

positive logic:
$Y = \overline{AB}$



SN5400 (J)
SN54H00 (J)
SN54L00 (J)
SN54LS00 (J, W)
SN54S00 (J, W)

SN7400 (J, N)
SN74H00 (J, N)
SN74LS00 (J, N)
SN74S00 (J, N)



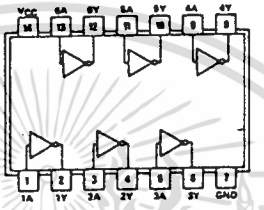
SN6400 (W)
SN54H00 (W)
SN54L00 (T)

See page 6-2

HEX INVERTERS

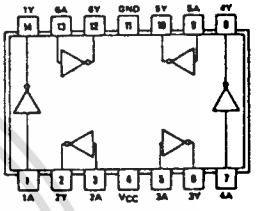
04

positive logic:
$Y = \overline{A}$



SN5404 (J)
SN54H04 (J)
SN54L04 (J)
SN54LS04 (J, W)
SN54S04 (J, W)

SN7404 (J, N)
SN74H04 (J, N)
SN74LS04 (J, N)
SN74S04 (J, N)



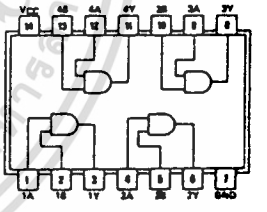
SN5404 (W)
SN54H04 (W)
SN54L04 (T)

See page 6-2

QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-AND GATES

08

positive logic:
Y = AB



SN5408 (J, W)
SN54LS08 (J, W)
SN54S08 (J, W)

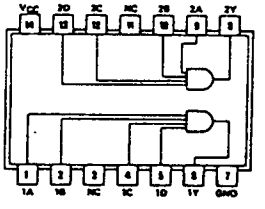
SN7408 (J, N)
SN74LS08 (J, N)
SN74S08 (J, N)

See page 6-10

DUAL 4-INPUT POSITIVE-AND GATES

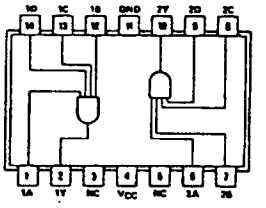
21

positive logic:
Y = ABCD



SN54H21 (J)
SN54LS21 (J, W)

SN74H21 (J, N)
SN74LS21 (J, N)



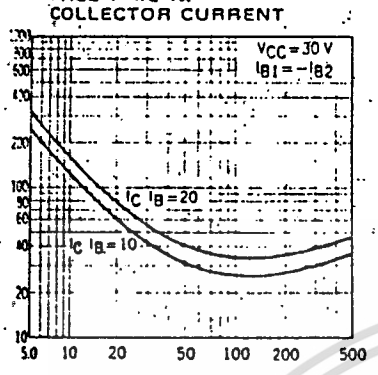
SN54H21 (W)

NC—No internal connection

See page 6-10

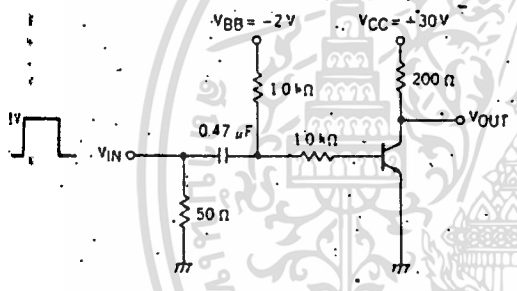
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FALL TIME vs.
COLLECTOR CURRENT

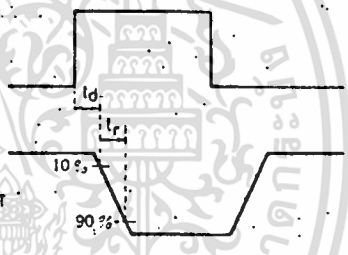


I_C — Collector Current — mA

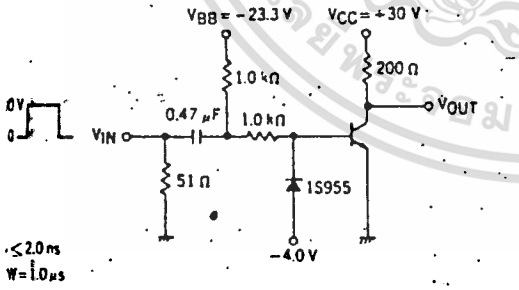
WITCHING TIME TEST CIRCUIT



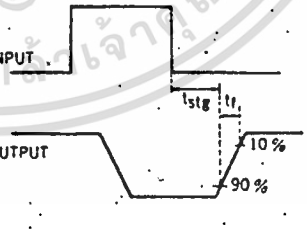
t_{on} SWITCHING



VOLTAGE WAVEFORMS



t_{off} SWITCHING



VOLTAGE WAVEFORMS

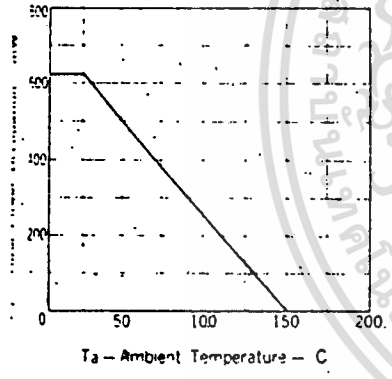
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	CHARACTERISTIC	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
I_{CEX}	Collector Cutoff Current			100	nA	V_{CE}=35 V, V_{BE}=-0.4 V
I_{BEX}	Base Cutoff Current			-100	nA	V_{CE}=35 V, V_{BE}=-0.4 V
BV_{CBO}	Collector to Base Breakdown Voltage	60			V	I_C=100 μA, I_E=0
BV_{CEO}*	Collector to Emitter Breakdown Voltage	40			V	I_C=1.0 mA, I_B=0
BV_{EBO}	Emitter to Base Breakdown Voltage	6.0			V	I_E=100 μA, I_C=0
$V_{BE(sat)1}$*	Base Saturation Voltage	0.75	0.85	0.95	V	I_C=150 mA, I_B=15 mA
$V_{BE(sat)2}$*	Base Saturation Voltage		1.0	1.2	V	I_C=500 mA, I_B=50 mA
f_T	Gain Bandwidth Product	250	400		MHz	V_{CE}=10 V, I_C=20 mA
C_{ob}	Output Capacitance		4.5	6.5	pF	V_{CB}=5.0 V, I_E=0, f=1 MHz
C_{ib}	Input Capacitance		21	30	pF	V_{EB}=0.5 V, I_C=0, f=1 MHz
h_{ie}	Input Impedance	1.0	5.0	15	kΩ	V_{CE}=10 V, I_C=1.0 mA, f=1.0 kHz
h_{re}	Voltage Feedback Ratio	0.1	5.0	8.0	X10^{-4}	V_{CE}=10 V, I_C=1.0 mA, f=1.0 kHz
h_{fe}	Small Signal Current Gain	40	180	500	—	V_{CE}=10 V, I_C=1.0 mA, f=1.0 kHz
h_{oe}	Output Admittance	1.0	19	30	μS	V_{CE}=10 V, I_C=1.0 mA, f=1.0 kHz

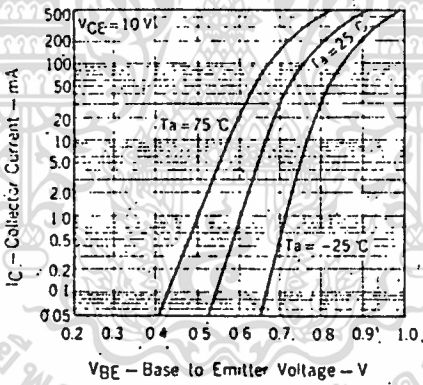
* Pulsed PW ≤300 μs, duty cycle ≤2 %

TYPICAL CHARACTERISTICS (Ta=25 °C)

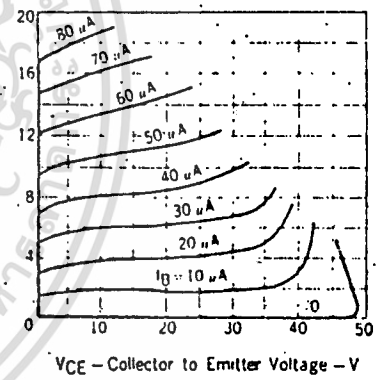
TOTAL POWER DISSIPATION vs. AMBIENT TEMPERATURE



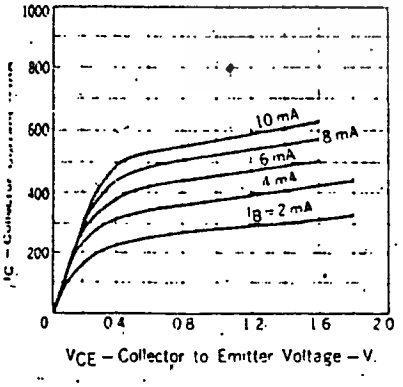
COLLECTOR CURRENT vs. BASE TO EMITTER VOLTAGE



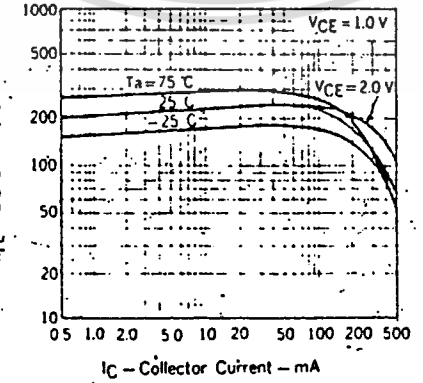
COLLECTOR CURRENT vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



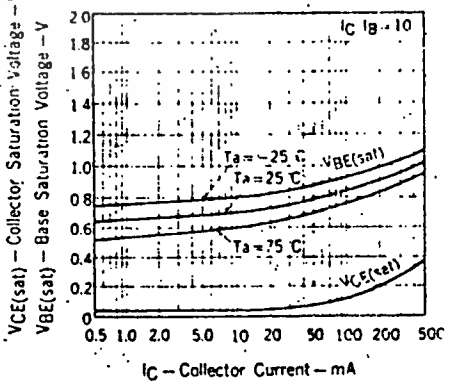
COLLECTOR CURRENT vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



DC CURRENT GAIN vs. COLLECTOR CURRENT



BASE AND COLLECTOR SATURATION VOLTAGE vs. COLLECTOR CURRENT



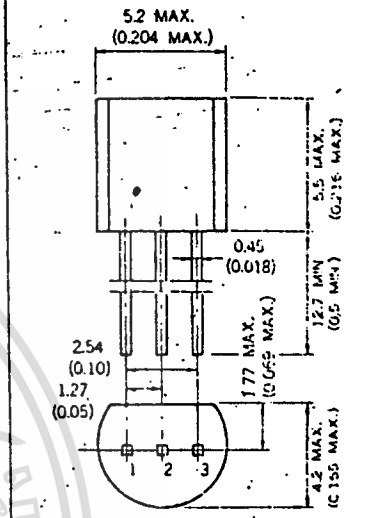
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESCRIPTION The 2N4401 is designed for general purpose switching and amplifier applications.

FEATURES

- High Power ... P_T 625 mW at 25 °C
- High Voltage .. V_{CEO} 40 V
- High DC Current Gain h_{FE} 100 to 300 at 150 mA
- For Complementary Use with PNP Type 2N4403

PACKAGE DIMENSIONS
in millimeters (inches)



1. EMITTER
2. BASE
3. COLLECTOR

EIAJ : SC-43A
JEDEC : TO-92
IEC : PA33

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Maximum Temperatures

- Storage Temperature ..... −65 to +150 °C
- Junction Temperature ..... 150 °C Maximum

Maximum Power Dissipation (Ta=25 °C)

- Total Power Dissipation ..... 625 mW

Maximum Voltages and Current (Ta=25 °C)

V_{CBO}	Collector to Base Voltage	60 V
V_{CEO}	Collector to Emitter Voltage	40 V
V_{EBO}	Emitter to Base Voltage	6.0 V
I_C	Collector Current	600 mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta=25 °C)

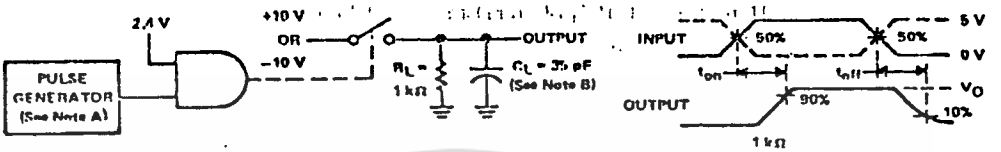
SYMBOL	CHARACTERISTIC	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
t_d	Delay Time			15	ns	V_{CC}=30 V, I_C=150 mA
t_r	Rise Time			20	ns	I_{B1}=15 mA, V_{EB}=−2 V
t_{stg}	Storage Time			225	ns	V_{CC}=30 V, I_C=150 mA
t_f	Fall Time			30	ns	I_{B1}=−I_{B2}=15 mA
h_{FE1}	DC Current Gain	20	190		−	V_{CE}=1.0 V, I_C=100 μA
h_{FE2}	DC Current Gain	40	200		−	V_{CE}=1.0 V, I_C=1.0 mA
h_{FE3}	DC Current Gain	80	220		−	V_{CE}=1.0 V, I_C=10 mA
h_{FE4}*	DC Current Gain	100	200	300	−	V_{CE}=1.0 V, I_C=150 mA
h_{FE5}*	DC Current Gain	40	100		−	V_{CE}=2.0 V, I_C=500 mA
$V_{CE(sat)1}$*	Collector Saturation Voltage		0.15	0.4	V	I_C=150 mA, I_B=15 mA
$V_{CE(sat)2}$*	Collector Saturation Voltage		0.4	0.75	V	I_C=500 mA, I_B=50 mA

* Pulsed PW ≦ 300 μs, duty cycle ≦ 2 %

Additional Characteristics on following page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT

VOLTAGE WAVEFORMS

NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics:
Z_{out} = 50Ω, t_r = 15 ns, t_f = 15 ns, t_w = 500 ns.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

FIGURE 2

TYPICAL CHARACTERISTICS

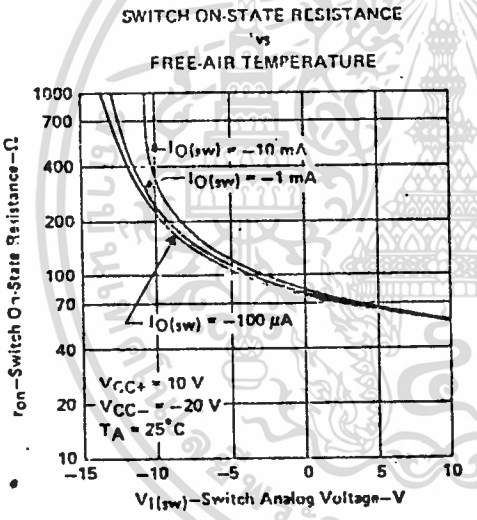


FIGURE 3

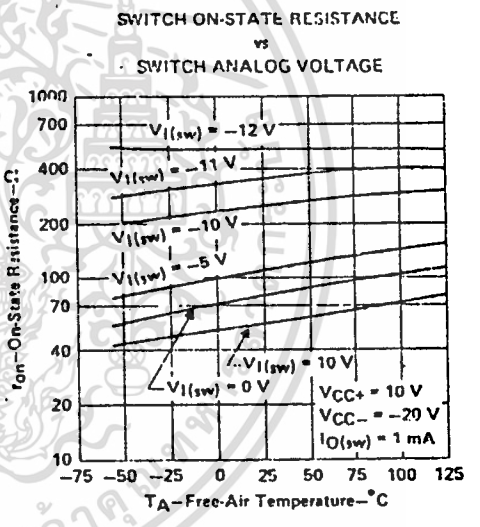


FIGURE 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range, V_{CC+} = 10 V, V_{CC-} = −20 V, analog switch test current = 1 mA (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†			TL6__M TL6__I			TL6__C			UNIT
					MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IH}	High-level input voltage				2			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage		Enable input of TL607M				0.6				V
			All other inputs				0.8			0.8	
I_{IH}	High-level input current	V_I = 5.5 V				0.5	10		0.5	10	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_I = 0.4 V				−50	−250		−50	−250	μA
I_{off}	Switch off-state current	$V_{I(sw)}$ = −10 V, See Note 2		T_A = 25°C		−400			−500		pA
				T_A = MAX		−50	−100		−10	−20	nA
r_{on}	Switch on-state resistance	$V_{I(sw)}$ = 10 V, $I_{O(sw)}$ = −1 mA		TL601 TL604 TL607		66	100		76	200	Ω
				TL610		40	80		40	100	
		$V_{I(sw)}$ = −10 V, $I_{O(sw)}$ = −1 mA		TL601 TL604 TL607		220	400		220	600	
				TL610		120	300		120	400	
r_{off}	Switch off-state resistance					1 X 10^{11}			5 X 10^{10}		Ω
C_{on}	Switch on-state input capacitance	$V_{I(sw)}$ = 0 V, f = 1 MHz				16			16		pF
C_{off}	Switch off-state input capacitance	$V_{I(sw)}$ = 0 V, f = 1 MHz				8			8		pF
I_{CC+}	Supply current from V_{CC+}	Logic input(s) at 5.5 V, All switch terminals open		TL601 TL604		5	10		5	10	mA
			Enable input high	TL607		5	10		5	10	
			Enable input low			3	5		3	5	
				TL610		5	10		5	10	
I_{CC-}	Supply current from V_{CC-}	Logic input(s) at 5.5 V, All switch terminals open		TL601 TL604		−1.2	−2.5		−1.2	−2.5	mA
			Enable input high	TL607		−2.5	−5		−2.5	−5	
			Enable input low			−0.05	−0.5		−0.05	−0.5	
				TL610		−1.2	−2.5		−1.2	−2.5	

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡All typical values are at T_A = 25°C.
NOTE 2: The other terminal of the switch under test is at V_{CC+} = 10 V.

switching characteristics, V_{CC} = 10 V, V_{CC-} = −20 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{off}	Switch turn-off time	R_L = 1 kΩ, C_L = 35 pF, See Figure 2		400	500	ns
t_{on}	Switch turn-on time			100	150	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions

	TL601M, TL604M TL607M, TL610M			TL601I, TL604I TL607I, TL610I			TL601C, TL604C TL607C, TL610C			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC+} (see Figure 1)	5	10	25	5	10	25	5	10	25	V
Supply voltage, V_{CC-} (see Figure 1)	−5	−20	−25	−5	−20	−25	−5	−20	−25	V
V_{CC+} to V_{CC-} supply voltage differential (see Figure 1)	15		30	15		30	15		30	V
Control input voltage	0		5.5	0		5.5	0		5.5	V
Voltage at any analog switch (S) terminal	$V_{CC-}+8$		V_{CC+}	$V_{CC-}+8$		V_{CC+}	$V_{CC-}+8$		V_{CC+}	V
Switch on-state current			10			10			10	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	−25		85	0		70	°C

Figure 1 shows power supply boundary conditions for proper operation of the TL601 Series. The range of operation for supply V_{CC+} from +5 V to +25 V is shown on the vertical axis. The range of V_{CC-} from −5 volts to −25 volts is shown on the horizontal axis. A recommended 30-volt maximum voltage differential from V_{CC+} to V_{CC-} governs the maximum V_{CC+} for a chosen V_{CC-} (or vice versa). A minimum recommended difference of 15 volts from V_{CC+} to V_{CC-} and the boundaries shown in Figure 1 allow the designer to select the proper combinations of the two supplies.

The designer-selected V_{CC+} for a chosen V_{CC-} supply values limit the maximum input voltage that can be applied to either switch terminal; that is, the input voltage should be between V_{CC-} +8 V and V_{CC+} to keep the on-state resistance within specified limits.

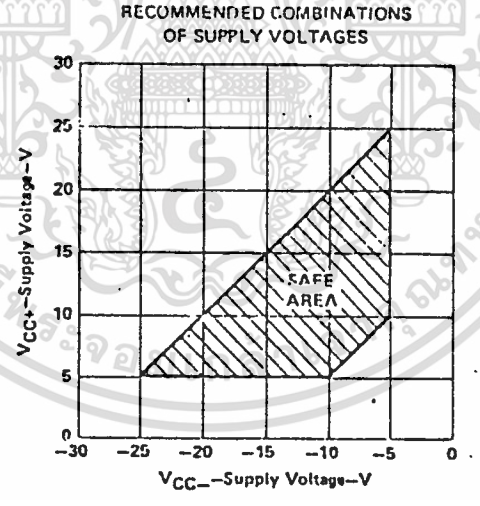
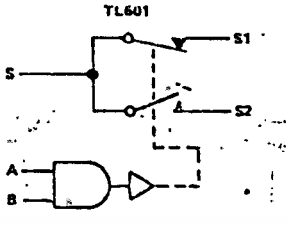


FIGURE 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

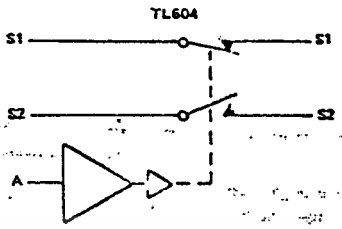
TL601



FUNCTION TABLE

LOGIC INPUTS		ANALOG SWITCH	
A	B	S1	S2
L	X	OFF (OPEN)	ON (CLOSED)
X	L	OFF (OPEN)	ON (CLOSED)
H	H	ON (CLOSED)	OFF (OPEN)

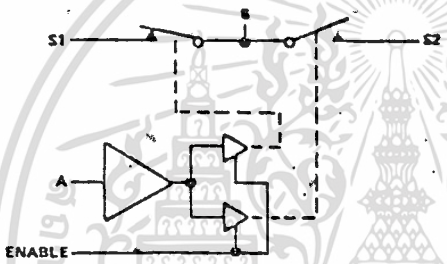
TL604



FUNCTION TABLE

LOGIC INPUT	ANALOG SWITCH	
A	S1	S2
H	ON (CLOSED)	OFF (OPEN)
L	OFF (OPEN)	ON (CLOSED)

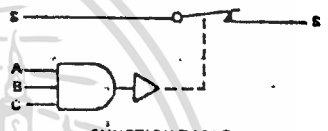
TL607



FUNCTION TABLE

INPUTS		ANALOG SWITCH	
A	ENABLE	S1	S2
X	L	OFF (OPEN)	OFF (OPEN)
L	H	OFF (OPEN)	ON (CLOSED)
H	H	ON (CLOSED)	OFF (OPEN)

TL610



FUNCTION TABLE

INPUTS			ANALOG SWITCH
A	B	C	S
L	X	X	OFF (OPEN)
X	L	X	OFF (OPEN)
X	X	L	OFF (OPEN)
H	H	H	ON (CLOSED)

H = high logic level
L = low logic level
X = irrelevant

Switch positions shown are for all inputs high.

Data Acquisition

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC+} (see Note 1)	30 V
Supply voltage, V_{CC-}	−30 V
V_{CC+} to V_{CC-} supply voltage differential	35 V
Control input voltage	V_{CC+}
Switch off-state voltage	30 V
Switch on-state current	10 mA
Operating free air temperature range: TL601M, TL604M, TL607M, TL610M	−55°C to 125°C
TL601I, TL604I, TL607I, TL610I	−25°C to 85°C
TL601C, TL604C, TL607C, TL610C	0°C to 70°C
Storage temperature range	−65°C to 150°C
Lead temperature 1/16 inch (1,6 mm) from case for 60 seconds: JG package	300°C
Lead temperature 1/16 inch (1,6 mm) from case for 10 seconds: P package	260°C

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

TEXAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028128 Series

Absolute Maximum Ratings

Item	Symbol	Value	Unit
Voltage on any pin relative to Vss	V_T	−0.5*1 to +7.0	V
Power dissipation	P_T	1.0	W
Operating temperature	Topr	0 to +70	°C
Storage temperature	Tstg	−55 to +125	°C
Storage temperature under bias	Tbias	−10 to +85	°C

Note: *1. −3.0 V for pulse half-width ≤ 30 ns

Recommended DC Operating Conditions (Ta = 0 to +70°C)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Note
Supply voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V	
	V_{SS}	0	0	0	V	
Input high (logic 1) voltage	V_{IH}	2.2	—	6.0	V	
Input low (logic 0) voltage	V_{IL}	−0.3*1	—	0.8	V	

Note: *1. −3.0 V for pulse half-width ≤ 30 ns

DC Characteristics (Ta = 0 to +70°C, V_{CC} = 5 V ± 10%, V_{SS} = 0 V)

Item	Symbol	Min	Typ*1	Max	Unit	Test Conditions
Input leakage current	I_{LI}	—	—	2	µA	V_{IN} = V_{SS} to V_{CC}
Output leakage current	I_{LO}	—	—	2	µA	$\overline{CS1}$ = V_{IH} or CS2 = V_{IL} or $\overline{OE}$ = V_{IH} or $\overline{WE}$ = V_{IL}, $V_{I/O}$ = V_{SS} to V_{CC}
Operating power supply current: DC	I_{CC}	—	15	35	mA	$\overline{CS1}$ = V_{IL}, CS2 = V_{IH}, others = V_{IH}/V_{IL}, $I_{I/O}$ = 0 mA
Operating power supply current	I_{CC1}	—	45	70	mA	Min cycle, duty = 100%, $\overline{CS1}$ = V_{IL}, CS2 = V_{IH}, others = V_{IH}/V_{IL}, $I_{I/O}$ = 0 mA
	I_{CC2}	—	15	30	mA	Cycle time = 1 µs, duty = 100%, $I_{I/O}$ = 0 mA, $\overline{CS1}$ ≤ 0.2 V, CS2 ≥ V_{CC} − 0.2 V, V_{IH} ≥ V_{CC} − 0.2 V, V_{IL} ≤ 0.2 V
Standby power supply current: DC	I_{SB}	—	1	3	mA	$\overline{CS1}$ = V_{IH}, CS2 = V_{IH} or CS2 = V_{IL}
Standby power supply current (1): DC	I_{SB1}	—	0.02	2	mA	V_{IN} ≥ 0 V, $\overline{CS1}$ ≥ V_{CC} − 0.2 V, CS2 ≥ V_{CC} − 0.2 V or 0 V ≤ CS2 ≤ 0.2 V
		—	2*2	100*2	µA	
		—	2*3	50*3	µA	
Output low voltage	V_{OL}	—	—	0.4	V	I_{OL} = 2.1 mA
Output high voltage	V_{OH}	2.4	—	—	V	I_{OH} = −1.0 mA

Notes: *1. Typical values are at V_{CC} = 5.0 V, Ta = +25°C and specified loading.
*2. This characteristics is guaranteed only for L-version.
*3. This characteristics is guaranteed only for L-SL version.

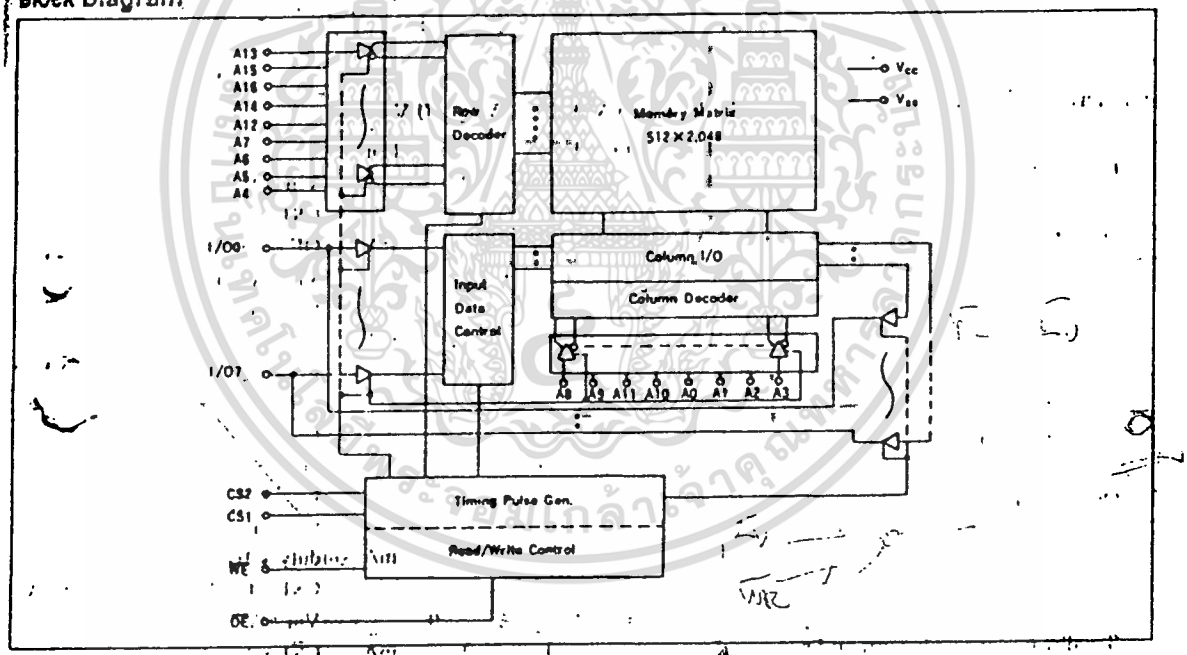
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Type No.	Access Time	Package
HM628128P-7	70 ns	600 mil 32-pin plastic DIP (DP-32)
HM628128P-8	85 ns	
HM628128P-10	100 ns	
HM628128P-12	120 ns	
HM628128LP-7	70 ns	
HM628128LP-8	85 ns	
HM628128LP-10	100 ns	
HM628128LP-12	120 ns	
HM628128LP-7SL	70 ns	
HM628128LP-8SL	85 ns	
HM628128LP-10SL	100 ns	
HM628128LP-12SL	120 ns	

Type No.	Access Time	Package
HM628128FP-7	70 ns	525 mil 32-pin plastic DIP (FP-32D)
HM628128FP-8	85 ns	
HM628128FP-10	100 ns	
HM628128FP-12	120 ns	
HM628128LFP-7	70 ns	
HM628128LFP-8	85 ns	
HM628128LFP-10	100 ns	
HM628128LFP-12	120 ns	
HM628128LFP-7SL	70 ns	
HM628128LFP-8SL	85 ns	
HM628128LFP-10SL	100 ns	
HM628128LFP-12SL	120 ns	

Block Diagram



Function Table

WE	CS1	CS2	OE	Mode	Vcc Current	Dout Pin	Ref. Cycle
×	H	×	×	Not selected	I_{SB}, I_{SB1}	High-Z	
×	×	L	×		I_{SB}, I_{SB1}	High-Z	
H	L	H	H	Output disable	I_{CC}	High-Z	
H	L	H	L	Read	I_{CC}	Dout	Read cycle
L	L	H	H	Write	I_{CC}	Din	Write cycle (1)
L	L	H	L		I_{CC}	Din	Write cycle (2)

Note: × : H or L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

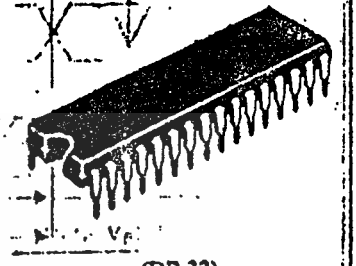
HM628128 Series

131072-Word × 8-Bit High Speed CMOS Static RAM

The Hitachi HM628128 is a CMOS static RAM organized 128-kword x 8-bit. It realizes higher density, higher performance and low power consumption by employing 0.8 µm Hi-CMOS process technology.

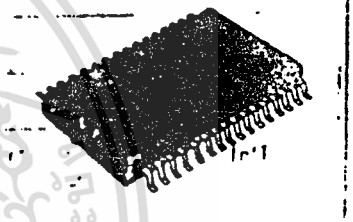
It offers low power standby power dissipation; therefore, it is suitable for battery back-up systems. The device, packaged in a 525 mil SOP (460-mil body SOP) or a 600-mil plastic DIP, is available for high density mounting.

HM628128P Series



(DP-32)

HM628128FP Series



(FP-32D)

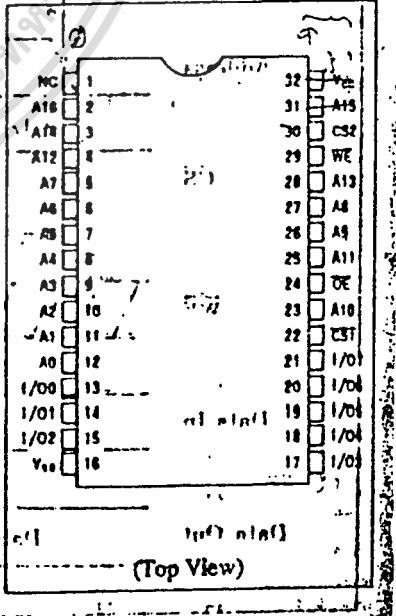
Features

- High speed: Fast access time 70/85/100/120 ns (max.)
- Low power
  - Standby: 10 µW (typ) (L-/L-SL version)
  - Operation: 75 mW (typ)
- Single 5 V supply
- Completely static memory
  - No clock or timing strobe required
- Equal access and cycle times
- Common data input and output: Three state output
- Directly TTL compatible: All inputs and outputs
- Capability of battery back up operation (L-/L-SL version)
  - 2 chip selection for battery back up

Pin Description

Pin Name	Function
A0 – A16	Address
I/O0 – I/O7	Input/output
$\overline{CS1}$	Chip select 1
CS2	Chip select 2
$\overline{WE}$	Write enable
$\overline{OE}$	Output enable
NC	No connection
Vcc	Power supply
Vss	Ground

Pin Arrangement



(Top View)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ธวัส เมฆสวรรค์. เทคนิคการซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้าคุรุสภา.2521
2. บุญถึง แน่นหนา. ตำราโทรทัศน์ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.2520
3. สมศักดิ์ เดชะเศรษฐธนะ. ทฤษฎีและปฏิบัติโทรทัศน์สีระบบ PAL.กรุงเทพมหานคร: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.2530
4. Borland.,"TURBO C Reference Guide",Borland.Inc.,USA,pp.33-407,1988
5. EPSON.,"LX-80 PRINTER Operating Manual",EPSON CORPORATION, (Nagano,Japan),pp.75-90,1985
6. Steve Ciaraia.,"Imagge processing",BYTE,JULY,pp.113-119,1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้