ปีการศึกษา 2533

ระบบภาพซ้อนภาพ

โดย

นาย วิทยา จันทร์เมฆา 301253
นาย สุกิจ เลิศสันติวิทย์ 301311

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. โกศล ชวนชยัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

022813

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบภาพซ้อนภาพ

ผู้จัดทำ

1. นาย วิทยา จันทร์เมฆา รหัส 301253
2. นาย สุกิจ เลิศสันติวิทย์ รหัส 301311

นาย โกศล ชวนขยัน อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง ระบบภาพซ้อนภาพ

ผู้ร่วมงาน
นาย วิทยา จันทร์เมฆา 301253
นาย สุกิจ เลิศสันติวิทย์ 301311

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ โกศล ชวนขยัน

ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ในความพยายามที่จะพัฒนาระบบโทรทัศน์ ได้เกิดเทคโนโลยีของระบบการรวมสัญญาณภาพขึ้น เรียกว่า ระบบภาพซ้อนภาพ โดยมีโครงสร้างในการทำงานในส่วนสำคัญ ดังนี้ การนำเอาสัญญาณภาพจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง มาทำการรวมกันโดยให้ปรากฏที่ ทางจอภาพในลักษณะเป็นภาพเล็กขนาด 1 ส่วนใน 9 ส่วน ของภาพใหญ่ หลักการทำงาน ของวงจร ก็จะนำสัญญาณภาพเล็กมาแปลง ให้มีขนาดตามที่กำหนด โดยใช้ระบบสัญญาณทาง ดิจิตอลในการจัดการซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกและผลการทำงานเป็นไปอย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PICTURE IN PICTURE

WITTAYA JANMAYKA 30125
SUKIT LERTSUNTIVIT 30131

Associate Professor Kohsol chunkayan Advisc

1990

Abstract

This thesis is an application of television system b using composite video signal from 2 source signals to form small piciture in the main manu . The size of small picture is in 9 the main picture .The solution of this system is brang su signal convert into digital and then bring it into memory afte then convert it to analog signal. In part of multiplex switc will switch 2 signals at location that we fix it.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

รายการ		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	2
	ระบบโทรทัศน์	2
	การเกิดภาพและการสแกน	2
	การกำเนิดสัญญาณแม่สี RGB และ Y	5
	กรรมวิธีสอดแทรกสัญญาณสี	7
	การผสมสัญญาณสี	11
	สัญญาณภาพโทรทัศน์	16
	โครงสร้างของระบบโทรทัศน์สี	18
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	25
	วงจรออสซิเลเตอร์	28
	วงจรแยกสัญญาณซิงค์	29
	วงจรสร้างสัญญาณควบคุมการตัดต่อภาพ	31
	วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	32
	วงจรควบคุมการอ่านและการเขียนข้อมูล	33
	วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก	36
	วงจรควบคุมการตัดต่อภาพ	37
	วงจรแปลงสัญญาณแม่สีเป็นสัญญาณภาพ	38
	วงจรวีดีโอมอดูเลเตอร์	39
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	57
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์	71
กิตติกรรมประกาศ		73
เอกสารอ้างอิง		74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

รายการ	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงย่านความถี่ของคลื่นแสงกับคลื่นอื่นๆ	3
รูปที่ 2.2 แสดงการผสมสีแสงของแม่สีทั้งสามคือ RGB	4
รูปที่ 2.3 แสดง Chormaticity diagram	5
รูปที่ 2.4 แสดงการสร้างสัญญาณภาพโดยใช้กระจกไดโครอิกแยกสี	6
รูปที่ 2.5 แสดงการสร้างสัญญาณ Y จากสัญญาณแม่สี RGB	7
รูปที่ 2.6 แสดงตารางค่าของ Y R G B และความแตกต่างของแม่สี	8
รูปที่ 2.7 แสดงการสร้างภาพสี หรือขาวดำจากสัญญาณ Y (R-Y) (B-Y)	9
รูปที่ 2.8 แสดงการกระจายพลังงานของสัญญาณ Y เป็นกลุ่มก้อนย่อย ๆ ที่มีความถี่ 1,2,3,...เท่าของความถี่ LINE (Hor)	10
รูปที่ 2.9 แสดงความถี่ของสัญญาณพาหะรองสีจะต้องอยู่ห่างจากพลังงานของสัญญาณ Y และพาหะเสียง	10
รูปที่ 2.10 แสดงถึงวิธีการเกิด QAM ระหว่างสัญญาณ (R-Y) (B-Y)	12
รูปที่ 2.11 แสดงการรวมกันระหว่างคลื่น AM ของ (R-Y) กับคลื่น AM ของ (B-Y) โดยมุมห่างกัน 90 องศา เรียกว่าการผสมแบบ QAM	13
รูปที่ 2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมแสดงการมอดูเลตสัญญาณ (R-Y),(B-Y)	13
รูปที่ 2.13 แสดงการรวมสัญญาณระหว่าง Chorminance Signal และสัญญาณ Burst	14
รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างของรูปคลื่นของสัญญาณสีที่เกิดจากรูปภาพแท่งสี	15
รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาณ Composite Video ของระบบ PAL	17
รูปที่ 2.16 แสดงถึงรูปร่างของสัญญาณ Sync และ Pulse Time	19
รูปที่ 2.17 แสดงสัญญาณ Chorminance และ Chorma Subcarrier	19
รูปที่ 2.18 แสดงบล็อกไดอะแกรมอย่างง่ายของเครื่องรับโทรทัศน์สี	20
รูปที่ 2.19 แสดงไดอะแกรมของภาคโครมิแนนซ์	22
รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์สีระบบ PAL	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ หน้า

รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการแยกสัญญาณซิงค์ การควบคุม และ สัญญาณเวลามาตราฐาน 40
รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมส่วนการเก็บสัญญาณภาพรองลงหน่วยความจำ และการตัดต่อสัญญาณภาพ 41
รูปที่ 3.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมส่วนการเก็บสัญญาณภาพรองลงหน่วยความจำ และการตัดต่อสัญญาณภาพของระบบสี 42
รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการแยกสัญญาณแม่สี และการรวมสัญญาณแม่สี 43
รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมวีดีโอมอดูเลเตอร์ 44
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรออสซิเลเตอร์ 45
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรแยกสัญญาณซิงค์หลัก 46
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรแยกสัญญาณซิงค์รอง 47
รูปที่ 3.9 แสดงวงจรหาร 3 ของสัญญาณซิงค์ 48
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรสร้างสัญญาณควบคุม 49
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอล 50
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรนับแอดแดสของหน่วยความจำ 51
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรหน่วยความจำ 52
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก 53
รูปที่ 3.15 แสดงวงจรตัดต่อสัญญาณภาพ 54
รูปที่ 3.16 แสดงวงจรแปลงสัญญาณภาพเป็นสัญญาณแม่สี 55
รูปที่ 3.17 แสดงวงจรวีดีโอมอดูเลเตอร์ 56
รูปที่ 4.1 แสดงรูปสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ภาคออสซิเลเตอร์ 60
รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ภาคแยกซิงค์ของสัญญาณหลัก 61
รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ภาคแยกซิงค์ของสัญญาณรอง 62
รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ภาคควบคุม 63
รูปที่ 4.5 แสดงรูปสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ภาคหารความถี่ของซิงค์ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ หน้า

ภาพที่ 1 แสดงภาพที่นำสัญญาณจากคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณหลัก 65
ภาพที่ 2 แสดงภาพที่นำสัญญาณจากเครื่องเล่นวีดีโอเทปเป็นสัญญาณรอง 65
ภาพที่ 3 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ 66
ภาพที่ 4 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ 66
ภาพที่ 5 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ 67
ภาพที่ 6 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ 67
ภาพที่ 7 แสดงการดึงภาพ (Zoom) ในระยะใกล้ให้เห็นความคมชัดของภาพเล็ก 68
ภาพที่ 8 แสดงการใช้งานใน Solfware ต่างๆ ในสัญญาณหลัก 68
ภาพที่ 9 แสดงการใช้งานใน Solfware ต่างๆ ในสัญญาณหลัก 69
ภาพที่ 10 แสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบภาพซ้อนภาพ 69
ภาพที่ 11 แสดงเครื่องต้นแบบที่ทดสอบในแผงวงจรทดลอง 70
ภาพที่ 12 แสดงเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยสามารถนำไปใช้งานได้เลย 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

โครงงานฉบับนี้เป็นโครงงานในวิชา Project จะขอแนะนำเกี่ยวกับระบบภาพซ้อนภาพ Picture in Picture (p in p) คือการนำเอาสัญญาณภาพจากแหล่งสัญญาณภาพ 2 แหล่งมาซ้อนกัน หรือ นำมารวมกัน ในลักษณะภาพเล็กซ้อนภาพใหญ่ ทำให้มองเห็นภาพ 2 ภาพได้ในเวลาเดียวกัน ภาพเล็กจะมีตำแหน่งที่ปรากฏบนจอภาพโดยเรา สามารถกำหนดได้ตามต้องการ โดยใช้วิธีการหน่วยเวลาการปรากฏของภาพเล็ก และขนาดของภาพเล็กของเรามีขนาดประมาณ 1 ใน 9 ของภาพใหญ่ โดยหลักการแล้วเราจะไม่สามารถ แทรกภาพซึ่งเป็นสัญญาณทางอะนาลอกได้โดยตรง เพราะว่าสัญญาณภาพเล็กจะมีสัญญาณ H-Syn ,V-Syn อาจจะไม่ตรงกับสัญญาณของสัญญาณภาพหลัก จึงเป็นสาเหตุทำให้ภาพล้ม หรือไม่สามารถเห็นภาพได้เป็นปรกติ เราจึงต้องแปลงสัญญาณของภาพเล็กจาก อะนาลอกไปเป็นดิจิตอลเก็บลงใน RAM เพื่อให้การทำงานของส่วนตัดต่อสัมพันธ์กับเก็บสัญญาณภาพ จากนั้นเมื่อถึงเวลาที่ต้องนำภาพเล็กออกจาก RAM และเปลี่ยนข้อมูลจากดิจิตอลไปเป็นอะนาลอกก่อนจะส่งให้กับโทรทัศน์หรือจอภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ระบบโทรทัศน์ปัจจุบัน

เนื่องจากโครงงานนี้ มีจุดประสงค์เพื่อใช้โทรทัศน์เป็นสื่อส่งผ่านและแสดงผล และยังมีการพัฒนาปรับปรุงสัญญาณวีดีโอจากโทรทัศน์ให้มีสีสรรค์ และสามารถเลือกสีได้ตามต้องการ ดังนั้นเพื่อความเข้าใจโครงสร้างการทำงานของระบบอย่างสมบูรณ์ ในการสร้างภาพสีและการโค้ดสี จึงควรศึกษาถึงระบบโทรทัศน์และการสร้างภาพรวมทั้งการทำให้เกิดสีสรรค์ต่าง ๆ บนจอโทรทัศน์สีเสียก่อนดังนี้ คือ.

2.1 ระบบโทรทัศน์

ระบบโทรทัศน์สำคัญ ๆ ที่ใช้ทั่วโลกขณะนี้มีอยู่ 3 ระบบด้วยกันคือ

1. ระบบ NTSC (National Television System Committee)
2. ระบบ SECAM (Sequeentiel a memoire)หรือ (Sequenteal colour with memory)
3. ระบบ PAL (Phase Alternating Line)

ซึ่งแม้ว่าประเทศต่าง ๆ จะรับระบบนี้ไว้เป็นมาตรฐานในกิจการโทรทัศน์ของประเทศตน แต่รายละเอียดอื่น ๆ ของระบบอาจมีความแตกต่างกันออกไปอีก โดยทั่วไปประเทศที่ใช้ระบบไฟฟ้า จ่ายตามบ้านแบบ 50 Hz ก็จะใช้อัตราความถี่ที่กวาดในแนวดิ่งเท่ากับ 50 Hz ซึ่งจำนวนเฟรมต่อวินาทีจะเป็น 25 เฟรม และ 30 เฟรมต่อวินาที

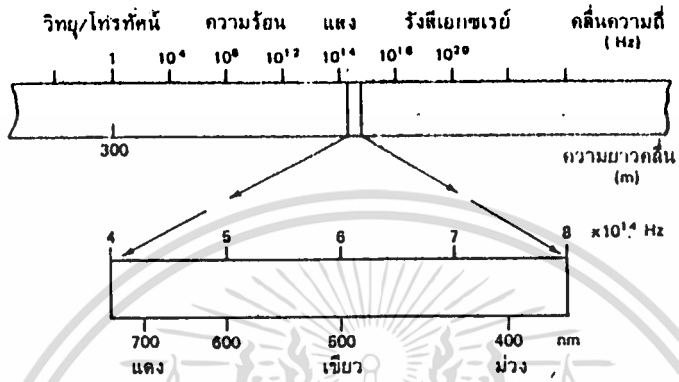
ประเทศไทยรับเอาระบบ PAL ซึ่งเป็นระบบที่ใช้แพร่หลายในประเทศภาคพื้นยุโรปคือ 625 เส้นต่อเฟรม และ 25 เฟรมต่อวินาที

2.2 การเกิดภาพและการสแกน

ก่อนที่จะศึกษาเกี่ยวกับระบบโทรทัศน์สี ควรจะเข้าใจพื้นฐานของสีและการผสมสีเสียก่อน สีที่นัยน์ตามองเห็นเกิดจากแสงที่ผสมกัน โดยแสงแต่ละสีจะมีคุณสมบัติเป็น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างหนึ่งเช่นเดียวกับคลื่นวิทยุ ต่างกันตรงที่ความถี่และความยาวคลื่น คลื่นแสงเป็นคลื่นที่มีความยาวน้อยมากมีขนาดเป็นไมครอน และมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่ว ๆ ไป คือมีความเร็ว 3×10^8 เมตรต่อวินาทีแสงสีขาวถูกค้นพบว่าประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ หลาย ๆ สี โดยแสงสีขาวทะลุแท่งแก้วปริซึม และแสงแต่ละสีที่เห็นนั้นต่างก็มีความถี่และความยาวคลื่นใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 2.1 โดยขอบเขตของความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ มีค่าดังนี้



รูปที่ 2.1 ย่านความถี่ของคลื่นแสงเทียบกับคลื่นอื่น ๆ

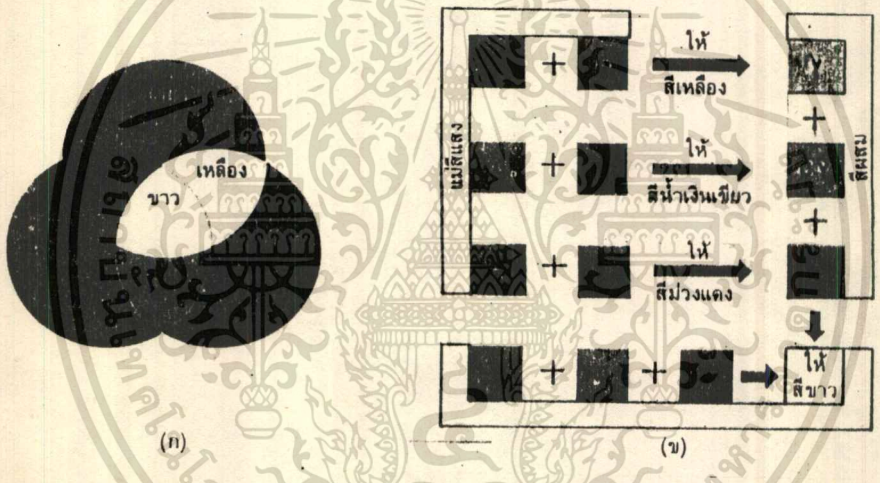
สีม่วง	ประมาณ	400-450	มิลลิไมครอน
สีน้ำเงิน	"	450-500	"
สีเขียว	"	500-570	"
สีเหลือง	"	570-590	"
สีส้ม	"	590-610	"
สีแดง	"	610-700	"

จากความรู้ในเรื่องการผสมสีของแสงว่า แสงที่เห็นเป็นสีต่าง ๆ นั้นมีความยาวคลื่นและความถี่ไม่เท่ากัน การที่เรามองเห็นสีสรรค์ก็คือเรามองเห็นแสงความถี่ต่างๆ กัน แสงจึงเป็นพื้นฐานของเรื่องสีในระบบโทรทัศน์สีการสร้างภาพสีและการกำเนิดสัญญาณภาพสีอาศัยหลักการผสมสีแสง ซึ่งเป็นการผสมเชิงบวก (ADDITIVE MIXING)

แม่สีแสง (PRIMARY COLOUR) มีอยู่ 3 สี คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน เรานิยมเรียกย่อ ๆ ว่า R,G,B การมองเห็นสีของวัตถุเช่นสีรถหรือสีน้ำมันนั้น เกิดจากการผสมเชิงลบคือ วัตถุจะดูดสีอื่น ๆ ไว้จนหมดยกเว้นสีที่เราเห็นจะถูกสะท้อนออกมาไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

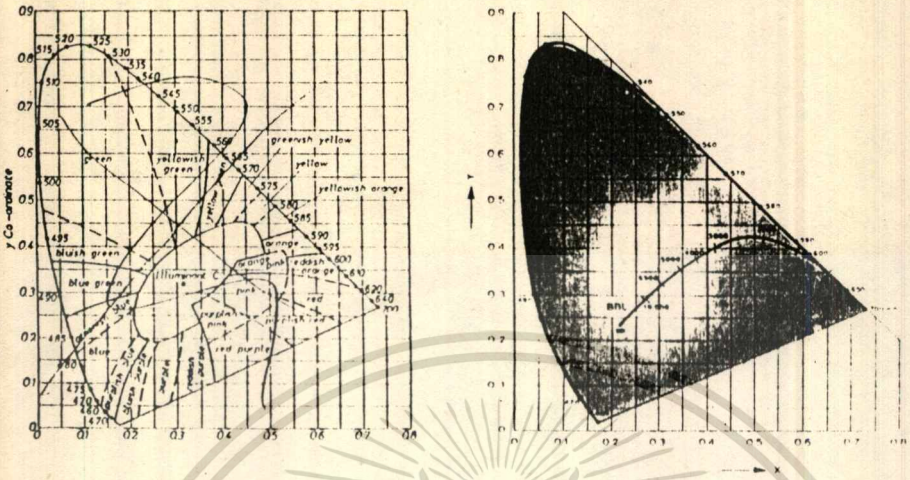
ดูดกลืนเอาไว้ ซึ่งต่างจากสีที่เกิดจากแสง สีที่เกิดจากการผสมแม่สีของแสงเราเรียกว่า สีผสม เช่น สีแดงและสีเขียวผสมกันได้สีเหลือง สีเขียวผสมสีน้ำเงินได้สีน้ำเงินเขียวหรือ Cyan และสีแดงผสมกับสีน้ำเงินได้สีม่วงแดงหรือ Magenta และจากการทดลองผสมแสงสี ปรากฏว่าเราสามารถสร้างสีต่างๆ ได้มากมาย โดยการผสมแม่สีทั้งสาม แดง น้ำเงินเขียว แล้วปรับความเข้มหรือส่วนผสมของแม่สีดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การผสมสีแสงของแม่สีทั้งสามคือ R,G,B

ในการเลือกส่วนผสมของแม่สีแสงนั้น ได้รับการตกลงเป็นมาตรฐานเอาไว้ เพื่อให้สัดส่วนที่แสงสีผสมกันแล้ว จะได้สีสรรค์ครบถ้วนตามที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และใกล้เคียงที่สุด ตามลักษณะDiagram 2.3 ที่เรียกว่า Chromaticity Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 Chromaticity Diagram

ในรูป 2.3 แสดงรูปลิ้น (Tounge Shape) ที่ใช้ในการวัดสี ซึ่งเรียกว่า โครมาติซิตี้ไดอะแกรม สีที่ปรากฏในภาพทั้งหมดสามารถสร้างขึ้นโดยการเลือกแม่สีทั้งสาม คือ R,G,B มาผสมกันโดยปรับสัดส่วนให้พอเหมาะ สังเกตว่าบริเวณกลาง ๆ ของรูปลิ้น จะมีความเข้มสีน้อยเพราะมีส่วนผสมสีขาวมาก

2.3 การกำเนิดสัญญาณแม่สี R,G,B และสัญญาณ Y

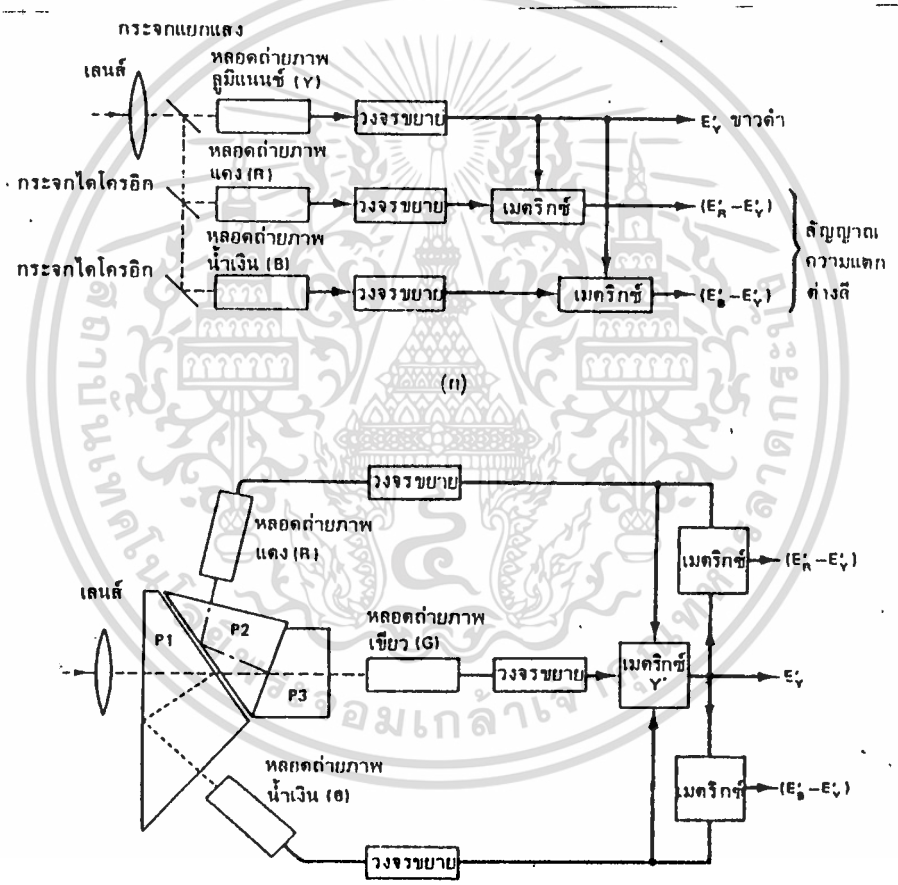
หลักการของการส่งภาพในระบบโทรทัศน์สีก็คือ ตรวจสอบว่าภาพสีนั้นประกอบด้วยแม่สีเป็นปริมาณมากน้อยเท่าใด แล้วส่งข้อมูลของปริมาณแม่สีออกไปยังเครื่องรับ เครื่องรับก็จะนำข้อมูลปริมาณแม่สีนี้มาปรับแม่สีแล้วผสมกันตามส่วน ก็จะได้ภาพสีที่ต้องการ ลองเปรียบเทียบกับระบบโทรทัศน์ขาวดำ ข้อมูลที่ส่งไปไม่ใช่เป็นปริมาณแม่สีแต่เป็นปริมาณความสว่าง

วิธีการตรวจปริมาณสีของภาพ ทำได้ด้วยการแยกแสงออกโดยใช้ กระจกไดโครอิก (Dichroic mirror) กระจกนี้มีคุณสมบัติให้แสงที่เราต้องการผ่านได้ ส่วนแสงที่ไม่ต้องการจะสะท้อนทิ้งไปด้วยกระจกนี้เราสามารถแยกแสงสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินออกมา แล้วจึงนำแม่สีแสงที่แยกออกมานี้ไปแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าด้วย หลอดถ่ายภาพ

ในรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าแสงจากภาพสะท้อนผ่านเลนส์ของกล้องถ่ายโทรทัศน์สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกผ่านที่กระจกไดโครอิก 3 ชุดเป็นแม่สีทั้งสามคือ R,G,B แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่หลอดถ่ายภาพ และขยายสัญญาณให้โตขึ้น ในรูปที่ 2.4 (ก) เป็นภาพที่เขียนให้ดูง่าย ส่วนรูปที่ 2.4 (ข) เป็นลักษณะการจัดเรียงของกระจก (ปริซึม) และหลอดถ่ายภาพ ในทางปฏิบัติ สัญญาณภาพทั้งสามคือ สัญญาณR , สัญญาณ G และสัญญาณ B หลังจากขยายให้มีขนาดเหมาะสมแล้ว จะถูกนำมาผ่านกรรมวิธีบางอย่างก่อนที่จะไปเข้าภาคเครื่องส่งออกอากาศต่อไป



รูปที่ 2.4 การสร้างสัญญาณภาพโดยใช้กระจกไดโครอิกแยกแม่สี (ก) แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T 32163 , 27
026989

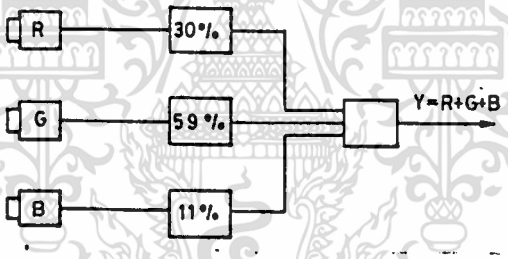
การจัดวางของกระจกและหลอดถ่ายภาพอย่างง่าย (ข) แสดงการจัดวางในทางปฏิบัติ ซึ่งใช้ปริซึมไดโครอิกแทนกระจก

สัญญาณแม่สีจากกล้องถ่ายภาพทั้งสามสี R,G,B ในรูปที่ 2.4 จะไม่สามารถส่งไปได้เพราะต้องมีกรรมวิธีเปลี่ยนรูปสัญญาณให้เหมาะสมเสียก่อน อันเนื่องจากต้องปรับให้ระบบโทรทัศน์สีใช้ร่วมกับระบบโทรทัศน์ขาวดำที่มีอยู่เดิมได้ ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้ระบบโทรทัศน์สีมีความซับซ้อนกว่าระบบโทรทัศน์ขาวดำ

2.4 กรรมวิธีสอดแทรกสัญญาณสี

จากการทดลองเปรียบเทียบความสว่างกันโดยให้แสงสีขาวสว่าง100 % จะพบว่าตามนุษย์เรารู้ว่า แสงสีแดงสว่าง 30 % ของแสงสีขาว แสงสีเขียวสว่าง 59 % ของแสงสีขาวและแสงสีน้ำเงินสว่าง 11 % ของแสงสีขาวเราสามารถนำมาสร้างสัญญาณขาวดำจากสัญญาณแม่สี R,G,B มารวมกัน (ทางไฟฟ้า) ตามสัดส่วนที่ตารู้สึกสว่าง เทียบกับแสงสีขาวดังสมการต่อไปนี้

$$Y = 0.30\,R + 0.59\,G + 0.11\,B$$



รูปที่ 2.5 การสร้างสัญญาณ Y จากสัญญาณแม่สี R,G,B

ในหัวข้อที่แล้ว เราอธิบายวิธีการสร้างสัญญาณให้เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำสามารถรับภาพได้ถูกต้องตามสัดส่วนความสว่างของสีต่างๆ ในหัวข้อนี้เราจะศึกษาว่าเราจะส่งสัญญาณสีอย่างไรเพื่อให้เครื่องรับโทรทัศน์รับสัญญาณสีได้ และถ้าเครื่องรับโทรทัศน์รับสัญญาณสีนี้ก็ไม่มีผลเสียหายอย่างใด

สัญญาณสีที่ส่งไปยังเครื่องรับโทรทัศน์สีนั้น ต้องเพียงพอเพื่อให้เครื่องรับสามารถคืนตัวสัญญาณแม่สีในการสร้างภาพสีได้ ในทางปฏิบัติเราเลือกส่งสัญญาณความแตกต่างสี (ColourDifference) ซึ่งเป็นผลต่างของสัญญาณแม่สีกับสัญญาณ Y (แทนที่จะส่งสัญญาณแม่สีเฉยๆไป) ในที่นี้สัญญาณความแตกต่างสีก็คือ (R - Y) = 0.11 (G - Y) และ (B - Y) = -0.89 เราทดลองคำนวณค่าสัญญาณความแตกต่างสีของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆนี้แสดงในตารางที่1.1 จะพบว่าค่าเฉลี่ยของสัญญาณความแตกต่างสี (R - Y) = 0.47 , (G - Y) = 0.27 และ(B - Y) = 0.59 ซึ่งไม่เท่ากัน จะเห็นว่ามุมเฉลี่ยของ (R - Y) กับ (B - Y) โตกว่าของ(G - Y) เราจึงเลือกส่งสัญญาณ (R - Y) และ (B - Y) ไปให้เครื่องรับ ส่วน (G - Y) ให้เครื่องรับผลิตขึ้นมาใหม่ การเลือกส่งสัญญาณที่มีขนาดใหญ่กว่า มีข้อดีตรงที่มีภูมิต้านทานต่อสัญญาณรบกวน

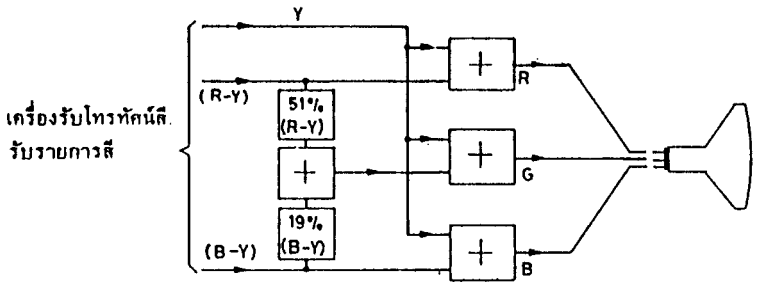
ตารางที่ 1.1 ค่าของ Y, R, G, B และความแตกต่างสีของแม่สีและสีผสม

	R	G	B	Y	(R-Y)	(G-Y)	(B-Y)
เหลือง	1.0	1.0	0	0.89	0.11	0.11	- 0.89
น้ำเงินเขียว	0	1.0	1.0	0.7	- 0.7	0.3	0.3
เขียว	0	1.0	0	0.59	- 0.59	0.41	-0.59
ม่วงแดง	1.0	0	1.0	0.41	0.59	- 0.41	0.59
แดง	1.0	0	0	0.3	0.7	- 0.3	- 0.3
น้ำเงิน	0	0	1.0	0.11	- 0.11	-0.11	0.89
ค่าทางคณิตศาสตร์ของ (R-Y), (G-Y) และ (B-Y)					0.47	0.27	0.59

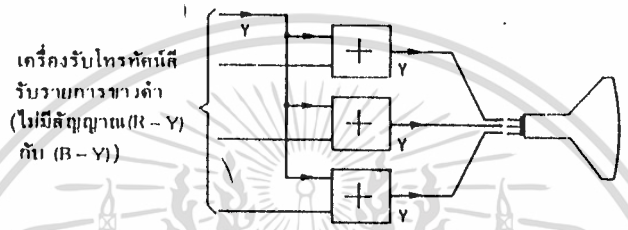
รูปที่ 2.6 ตารางค่าของ Y,R,G,B และความแตกต่างของแม่สีและสีผสม

เหตุที่เราส่งสัญญาณสี (R - Y) กับ (B - Y) ไปเพียงสองสัญญาณก็เพราะว่าสัญญาณทั้งสองกับสัญญาณ Y เพียงพอที่จะให้เครื่องรับโทรทัศน์สีสามารถคืนรูปสัญญาณแม่สี R,G,B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.7 การสร้างภาพสี หรือขาวดำจากสัญญาณ Y และ (R - Y) กับ (B - Y)

รูปที่ 2.7 การสร้างภาพสีหรือขาวดำจากสัญญาณ Y และ (R - Y) กับ (B - Y) เพื่อสร้างภาพสีได้ ตามรูปที่ 2.7 จะเห็นว่าเครื่องรับสามารถผลิตสัญญาณ (G - Y) ขึ้นเองได้โดยการผสมสัญญาณ (R - Y) กับ (B - Y) ตามสัดส่วนที่พอเหมาะ โดย

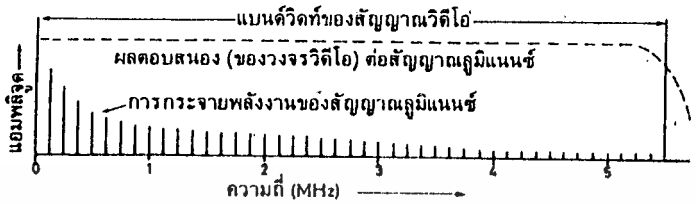
$$(R - Y) = -1.96\,(G - Y) - 0.373\,(B - Y)$$

$$(B - Y) = -2.68\,(R - Y) - 5.26\,(G - Y)$$

$$(G - Y) = -0.51\,(R - Y) - 0.19\,(B - Y)$$

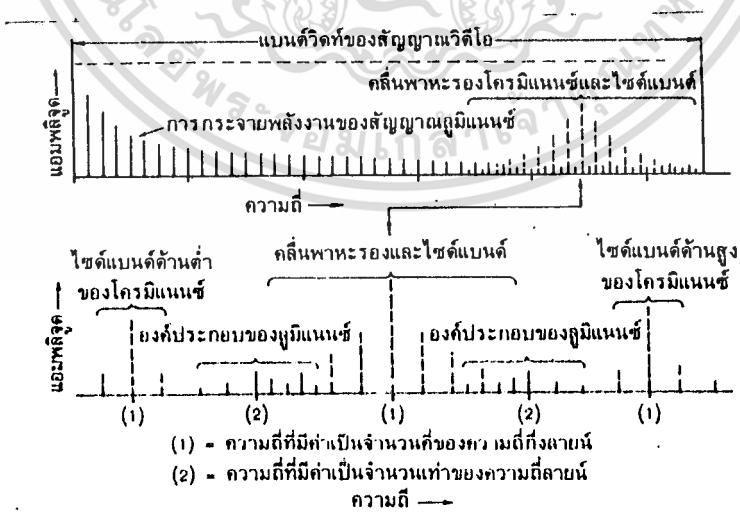
สรุปแล้วสัญญาณที่เราส่งไปให้เครื่องรับโทรทัศน์สีก็คือ สัญญาณความแตกต่างสี (R - Y) กับ (B - Y) เนื่องจากแบนด์วิดท์ของคลื่นโทรทัศน์จะต้องคงเดิม ฉะนั้นสัญญาณ (R - Y) กับ (B - Y) จะต้องลอดแทรกอยู่ในแบนด์วิดท์นี้ โดยไม่รบกวนกับสัญญาณ Y ดูรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
028819



รูปที่ 2.8 การกระจายพลังงานของสัญญาณ Y เป็นกลุ่มก้อนย่อยๆ ที่มีความถี่เป็น 1,2,3... เท่าของความถี่ Line F(Hor)

การสอดแทรกสัญญาณสีลงไปตรงช่องว่างของสัญญาณ Y นั้นต้องเลือกให้ค่าความถี่ให้พอเหมาะ เพื่อให้ฮาร์โมนิคของสัญญาณสีตกลงตรงกลางๆ ช่องว่างพอดี ในที่นี้เราเลือกความถี่ที่เป็นจำนวนเท่าของครึ่งของความถี่ลายน์(Half-Line Frequency) หรือเป็นจำนวนเท่าของ15,625/2 = 7812.5 Hz ความถี่ที่เป็นจำนวนเท่าของ 7812.5 Hz นี้ จะตกลงตรงกลางช่องว่างของสัญญาณ Y พอดี(ดูรูปที่ 2.9)การสอดแทรกระหว่างสัญญาณ Y กับสัญญาณสีนี้เปรียบเหมือนกับการผสมน้ำกับน้ำมัน จะไม่มีการรบกวนกันเมื่อผสมกันแล้วก็สามารถแยกจากกันได้



รูปที่ 2.9 ความถี่ของสัญญาณพาหะรองสีจะต้องอยู่ห่างจากพลังงานของสัญญาณ Y และพาหะเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอดแทรกสัญญาณสีลงตรงกลางระหว่างช่องของพลังงานของสัญญาณ ทำได้โดยการมอดูเลตสัญญาณสี (R - Y) กับ (B - Y) ลงบนพาหะรอง (Subcarrier)นั่นคือเราเอาสัญญาณทั้ง (R - Y) มอดูเลตลงบนสัญญาณพาหะรอง โดยการเลือกความถี่ของพาหะรองต้องเป็นจำนวนเท่าของครึ่งความถี่ลายน์ดังที่กล่าวมาในตอนต้น เพื่อให้พลังงานส่วนใหญ่ของพาหะรองอยู่ห่างจากพลังงานส่วนใหญ่ของสัญญาณ Y ดูรูปที่ 2.9

นอกจากนี้การเลือกความถี่ของพาหะรองสำหรับสัญญาณสี ต้องเผื่อสัญญาณไซด์แบนด์ด้านสูง (Upper Sideband)ของสัญญาณพาหะรองและอยู่ห่างจากสัญญาณพาหะเสียง (Sound Carrier) พอสมควร ในทางปฏิบัติความถี่ของสัญญาณพาหะรองสี (Color Subcarrier) จะมีค่าประมาณ 567 เท่าของครึ่งความถี่ลายน์ หรือประมาณ 4.43 MHz

เพราะเหตุที่ตาคนเราไม่ไวต่อสีสันและความเข้มสี เหมือนความกับความสว่างมากนักฉะนั้นแบนด์วิดท์ของสัญญาณสีจึงไม่จำเป็นต้องกว้างมากนัก ดังรูปที่ 2.9 แบนด์วิดท์ของสัญญาณสีจะแคบกว่าแบนด์วิดท์ของสัญญาณ Y

2.5 การผสมสัญญาณสี

ต่อไปนี้จะได้อธิบายถึงการผสมสัญญาณสี (R - Y) และ (B - Y) ซึ่งสัญญาณที่ได้จะมีลักษณะที่พร้อมจะเอาไปมอดูเลตกับสัญญาณ RF Carrier หลักกว้างๆ ของการมอดูเลตมีดังนี้

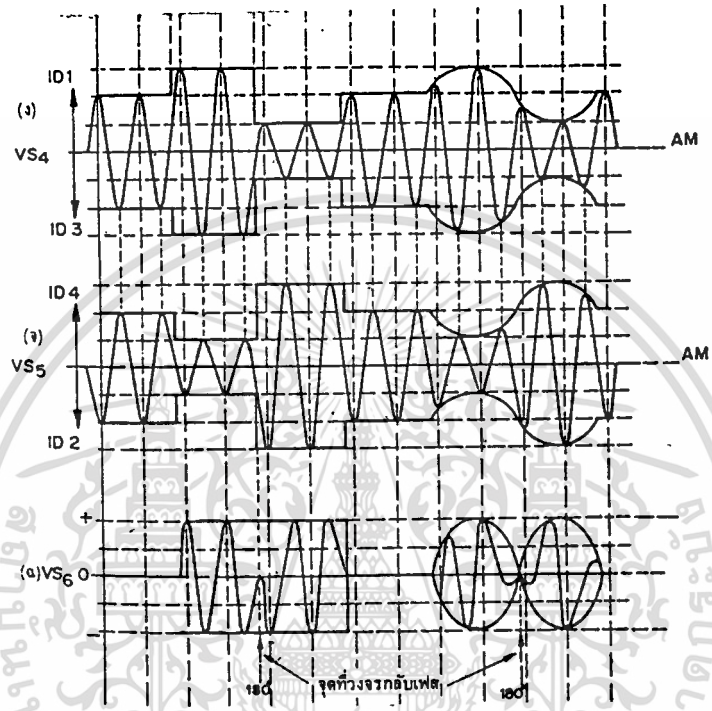
1. นำสัญญาณ(R - Y)และ(B - Y)ไปผสมกับคลื่นพาหะย่อย(Subcarrier) ซึ่งจะเป็นการผสมแบบ AM ดังรูปที่ 2.10

คลื่นพาห์จะเป็นสัญญาณ SINE WAVE ถ้าระบบ NTSC จะมีความถี่เท่ากับ 3.579545 MHz ส่วนระบบ PAL จะเท่ากับ 4.4336875 MHz

จากรูปที่ 2.10 สัญญาณ (R - Y) ดังรูป (a)จะเข้าผสมกับคลื่นพาห์รูป (b) ได้เป็นคลื่นหมายเลข(c) ตามวิธีการผสมแบบ AM Amplitude ของคลื่นพาห์จะเปลี่ยนไปตามขนาดคลื่น (R - Y) ลักษณะของคลื่นที่ได้จะเป็นดังรูป (c) ทำนองเดียวกับคลื่น (B - Y) ดังรูป (d) ก็จะผสมกับ Subcarrier รูป (b) ได้เป็นคลื่นผสม (B - Y) ดังรูป (e)

2. การซับเพรสคลื่นผสม (Suppression คลื่นผสม (R - Y)และ (B - Y) ดังรูป (c) และ (e) จะถูกบีบ หรือซับเพรสคลื่นพาร์ย่อยออกเสีย นั่นคือคลื่นความถี่ 3.579545 MHz หรือ 4.43361875 MHz ถูกจำกัดออกไปหมดแล้วเหลือแต่คลื่น (R - Y) หรือ (B -Y) ซึ่งเป็นไซด์แบนด์บนและล่างเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

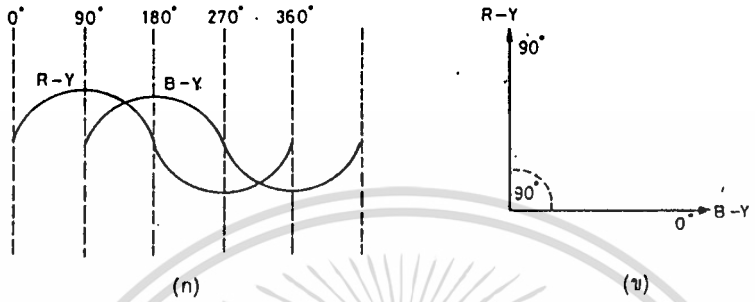


รูปที่ 2.10 แสดงถึงวิธีการเกิด QAM ระหว่างสัญญาณ (R - Y) กับ (B - Y)

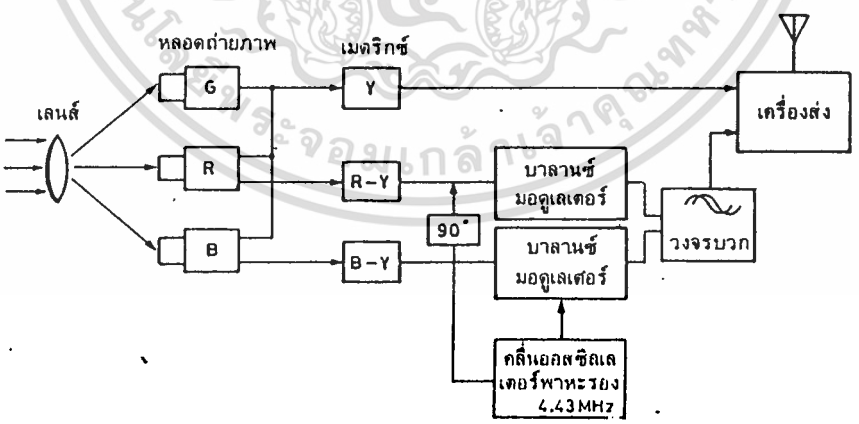
3. การทำ QAM

เมื่อเราได้คลื่นผสม (R - Y) รูป (e) แล้วเราจะนำมาทำ "Q" ได้เป็นคลื่นสีรวม (Chrominance Signal) รูป (f) การผสมดังกล่าวมาในข้อ 1,2,3 นี้จนได้เป็นสัญญาณ เรียกว่าการผสมแบบ QAM (Quadrature Amplitude Modulation) จะเห็นว่า(R - Y) กับ (B - Y) ต่างก็ไปผสมกับคลื่น RF (ความถี่ 3.579545 MHz หรือ 4.43361875 MHz) แบบ AM ก่อนแล้วทำการชับเพรส คลื่น RF นั้นออก จากนั้นจึงนำเอาคลื่น(R - Y)มาวางไว้หน้าคลื่น (B - Y) ด้วยมุม 90 องศาฉะนั้นคลื่น (R - Y) และ (B - Y) ก็จะผสมกันได้เป็นสัญญาณผสมรูป (f) ดังรูป 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงการรวมกันระหว่างคลื่น AM ของ (R - Y) กับ คลื่น AM ของ (B - Y) โดยมุมห่างกัน 90 องศา เรียกว่าการผสมแบบ QAM



รูปที่ 2.12 บล็อกไดอะแกรมแสดงการมอดูเลตสัญญาณ (R - Y) กับ (B - Y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วนำไปสอดแทรกกับสัญญาณ Y เพื่อส่งไปยังภาคเครื่องส่งออกอากาศต่อไป

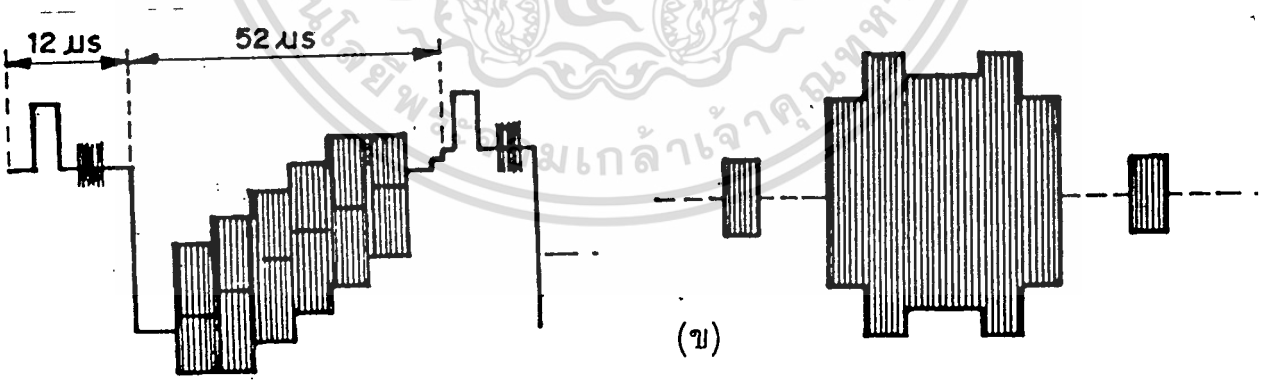
การสอดสัญญาณสี

เราได้ทราบหลักการกว้างๆแล้วว่าสัญญาณ (R - Y) และ (B - Y) นั้นผสมกันแบบ QAM ทำให้ได้สัญญาณรวม (f) หรือ Chrominance ในการส่ง TV สีนั้น ทั้งระบบ NTSC และระบบ PAL จะนำสัญญาณรวม (f) นี้สอดเข้าไปในสัญญาณภาพขาวดำ พิจารณารูป 2.13ประกอบ

1. รูปที่ 2.13(a) เป็นสัญญาณ Luminance ประกอบไปด้วยสัญญาณ Sync ,Blank และ Video Signal เนื่องจากสัญญาณภาพนี้เป็นแบบ Negative Modulation ฉะนั้นยอดของคลื่นสัญญาณจะเป็นลบ แต่ที่เขียนหัวขึ้นก็เพื่อความสะดวกต่อการเขียนและการมองเท่านั้น

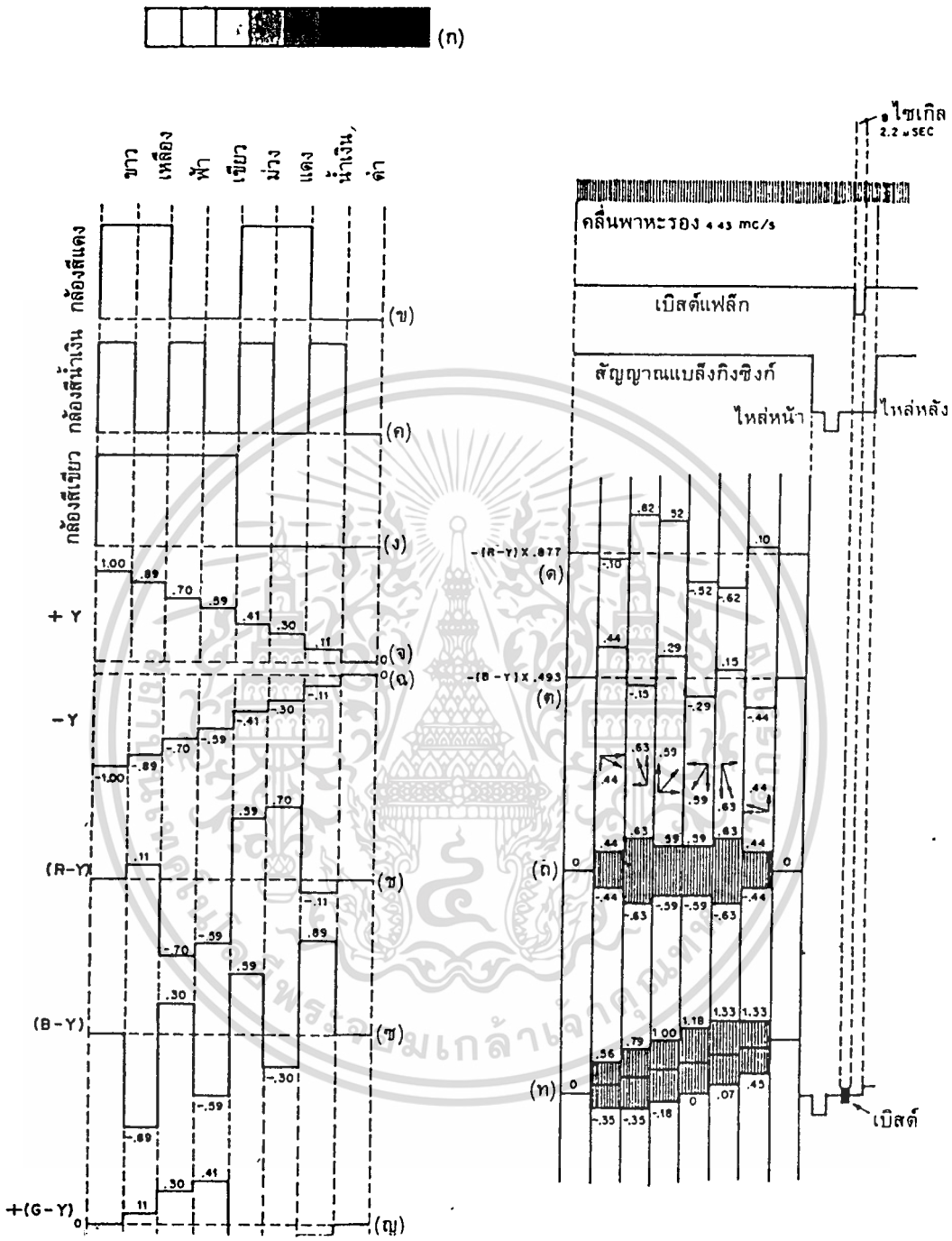
2. Chrominanceและสัญญาณ Y รูปที่ 2.13 (b)คือสัญญาณ Chrominance รูป 2.13 (a) คือสัญญาณ Luminance (Y) ซึ่งสัญญาณ Chrominance นี้ จะขึ้นไปผสมตามระดับความสว่างของสัญญาณภาพ ดังรูปที่ 2.13 (c)

3. สัญญาณ Burst บางครั้งเราก็เรียกว่าสัญญาณ Color Sync. ทำหน้าที่เป็นตัว Reference ให้ภาค OSC ของเครื่องรับโทรทัศน์สร้าง Sub Carrier ออกมาซึ่งจะมีความถี่และ Phase ตรงกับ Sub Carrier ดั้งเดิมของเครื่องส่ง



รูปที่ 2.13 แสดงการรวมสัญญาณระหว่าง Chrominance Signal และสัญญาณ Burst รูกับสัญญาณ Luminance รูป (a) ได้เป็นสัญญาณ Video

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างของรูปคลื่นของสัญญาณสีที่เกิดจากรูปภาพแท่งสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สัญญาณภาพโทรทัศน์

จากการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ระบบโทรทัศน์ในปัจจุบันมีใช้กัน 3 ระบบ ระบบ NTSC เป็นระบบที่เกิดขึ้นก่อนระบบอื่นๆ และถือว่าเป็นระบบแม่แต่มีข้อเสียในแง่เกี่ยวกับมุม (Phase) คลาดเคลื่อนทางสีสันที่เกิดขึ้นระหว่างออสซิเลเตอร์ในภาคเครื่องรับกับวงจรกำเนิดคลื่นพาหะรอง ซึ่งสาเหตุนี้สืบเนื่องมาจาก การซิงค์กับออสซิเลเตอร์ในเครื่องรับเกิดความผิดพลาดกับทางเครื่องส่ง ทำให้สีที่ออกมาผิดเพี้ยนไป และระบบนี้ไม่สามารถแก้ไขในเรื่องความเพี้ยนนี้ได้แต่ระบบ SECAM และระบบ PALได้เน้นถึงการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องดังกล่าว โดยการออกแบบวงจรพิเศษเพื่อการนี้โดยเฉพาะ แต่ในโครงงานนี้เราสนใจที่จะใช้กับระบบ PAL เท่านั้น (ระบบอื่นๆ ก็ทำได้เช่นกัน) ทั้งนี้เพราะว่าการส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบ PAL นับว่าเป็นที่นิยมสูงสุดในปัจจุบัน และในเมืองไทยก็ใช้ระบบ PAL ในการออกอากาศและเครื่องรับก็เช่นกัน โทรทัศน์สี ระบบ PAL เป็นโทรทัศน์สีที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโทรทัศน์ระบบ NTSC แต่ได้รับการเสริมแต่งแก้ไขให้มีความแตกต่างกันอยู่หลายอย่างที่สำคัญๆ คือ ระบบ PAL ได้รับการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความผิดเพี้ยนทางเฟสและแอมปลิจูด

แนวความคิดของระบบ PAL คือสลับเฟสของสัญญาณโครมิแนนซ์เส้นเว้นเส้น (สัญญาณโครมิแนนซ์จะอธิบายในเรื่องรูปแบบของสัญญาณโทรทัศน์) สัญญาณความแตกต่างสีที่เรานำมามอดูเลตเราเรียกว่า U และ V (ที่จริงแล้วสัญญาณ U ก็คือ (B - Y) และสัญญาณ V ก็คือ (R - Y) นั่นเอง แต่เพื่อป้องกันการสับสนกับระบบเก่าจึงตั้งชื่อเป็น U และ V) สัญญาณทั้งสองจะมีเฟสต่างกันอยู่ 90 องศา วิธีนี้คล้ายกับระบบ NTSC แต่ V จะถูกสลับเฟสไปมา และความผิดพลาดของเฟสจะถูกเฉลี่ยและขนาดมีลดลงโดยการหักล้างกันเอง เนื่องจากการส่งในระบบสลับเฟสดังกล่าว

ส่วนประกอบสำคัญของสัญญาณโทรทัศน์สีระบบ PAL

สถานีโทรทัศน์สีจะต้องส่งสัญญาณต่างๆ ออกอากาศไปให้เครื่องรับโทรทัศน์รับภาพและเสียงได้มีสัญญาณอยู่ 5 สัญญาณดังนี้

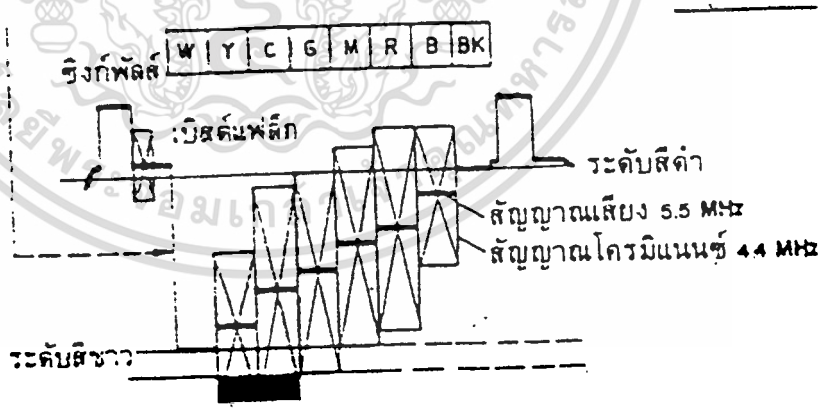
1. สัญญาณขาวดำ (Luminance)
2. สัญญาณซิงค์ (Synchronize)
3. สัญญาณสี (Chrominance)
4. สัญญาณเบิรสต์ (Burst)
5. สัญญาณเสียง (Sound)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณทั้งห้านี้ จะปนอยู่ในสัญญาณ IF รวม และส่งออกจากสถานีส่งไปยังเครื่องรับดังรูปที่ 2.15 สัญญาณทั้งห้านี้เราเรียกว่าเป็นสัญญาณ Composite Video สัญญาณนี้จะประกอบไปด้วยสัญญาณที่กำหนด Timing และ รายละเอียดของภาพที่จะไปปรากฏบนจอเพื่อให้เครื่องรับสามารถรับ และสแกนภาพได้ตรงกับทางด้านเครื่องส่ง ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

1. สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Horizontal Sync.) , สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง(Vertical sync.) และ สัญญาณแบงค์กิ้งพัลส์ (Blanking Pulse)

Hor Sync. และ Ver Sync. เป็นสัญญาณที่จะกำหนดให้เครื่องรับโทรทัศน์มีการสแกนทางแนวนอนและทางแนวตั้งตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ภาพที่ออกมาตรงกันกับเครื่องส่งสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน จะมีค่าความถี่เท่ากับความถี่ของกระแสรูปคลื่นฟันเลื่อยที่ใช้ในวงจรหักเหทางแนวนอน ซึ่งในระบบ PAL ภาพแต่ละภาพจะประกอบไปด้วย 625 เส้นทางแนวนอน ความถี่ทางแนวนอนมีค่าประมาณ 15,625 Hz ส่วนสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งมีความถี่เท่ากับ 50 Hz แต่เนื่องจากความถี่ของสัญญาณซิงค์นี้เท่ากับความถี่ของสัญญาณแบงค์กิ้งและมี 2 Field จึงจำเป็นต้องป้องกันการรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการกำหนดขนาดของซิงค์พัลส์ให้น้อยกว่าขนาดของแบงค์กิ้งพัลส์ กล่าวคือทำให้ซิงค์พัลส์ทางแนวนอนมีขนาดเพียง 0.5 ไมโครวินาที และให้ซิงค์พัลส์ทางแนวตั้งมีขนาดเพียง 190 ไมโครวินาที



รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาณ Composite Video ของระบบ PAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละสัญญาณของซิงค์ทางแนวตั้งจะประกอบด้วย 312.5 เส้นทางแนวนอนทั้งนี้เพื่อ ให้ภาพที่เกิดมีความต่อเนื่องและลดอาการกระพริบของภาพ การสแกนภาพหนึ่งๆ แต่ละภาพจะนิยมทำการสแกนสองครั้งในแบบสแกนไขว้กัน เรียกว่า Interlace Scanning

2. สัญญาณขาวดำ (Luminance) สัญญาณนี้จะเป็นตัวกำหนดระดับความขาวดำของสัญญาณวิดีโอ ซึ่งเรามักเรียกเป็นเปอร์เซนต์ ของสีขาวที่ปรากฏบนจุดพิกเซลล์ของภาพ แต่จะไม่มีระดับความเข้มสีเข้ามาเกี่ยวข้อง เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำจะนำสัญญาณนี้ไปใช้เท่านั้น (บางทีเรียกว่าสัญญาณ Y)

3. สัญญาณเบิสต์ (Burst) สัญญาณนี้นับเป็นหัวใจของระบบโทรทัศน์สีในการสังเคราะห์สีของเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งจะมีความถี่เท่ากับ 4.433619 MHz สัญญาณเบิสต์จะปรากฏเพียงไม่กี่ไมโครวินาทีหลังจากสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน และจะเป็นลักษณะของสัญญาณ Sine ซึ่งเฟสของมันจะเป็นตัวกำหนดการสร้างสีให้กับภาคกำเนิดสี ซึ่งจะอธิบายในภายหลัง แต่ที่สำคัญ คือโครงงานที่สร้างขึ้นนี้จะต้องสร้างสัญญาณนี้ให้สอดคล้อง กับสัญญาณเบิสต์นี้ เพื่อที่จะทำให้โทรทัศน์สามารถกำหนดสีออกมาได้ถูกต้อง โดยไม่เกิดสีรุ้งกระพริบเลื่อนไปมาเนื่องจากความไม่สอดคล้องกันทางเฟสและความถี่

4. สัญญาณสี (Chrominance) เป็นสัญญาณที่จะบอกรายละเอียดของลักษณะสีให้กับสัญญาณวิดีโอ เช่นระดับความเข้มของสี (Saturation) และลักษณะสีสัน (Hue) ได้โดยวิธีการกำหนดระดับเหล่านี้ โดยอาศัยการเปรียบเทียบกับสัญญาณพาหะรอง (ซึ่งจะสร้างขึ้นเองโดยโทรทัศน์และมีเฟสเดียวกันกับเบิสต์) ซึ่งทำหน้าที่เป็นความถี่อ้างอิงความแตกต่างเฟสของระดับสัญญาณโครมากับความถี่อ้างอิง จะออกมาในรูปของลักษณะสีสัน เช่น สีเขียว, สีแดง, สีน้ำเงิน ฯลฯและความแตกต่างของสัญญาณจะออกมาในรูปของความเข้มของสี ถ้าระดับของสัญญาณนี้ผิดพลาดจะทำให้การถอดระหัสสีผิดพลาด และทำให้เกิดสีผิดเพี้ยนได้

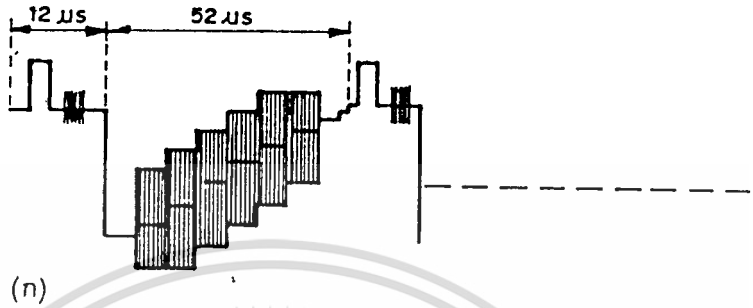
5. สัญญาณเสียง (Sound) สัญญาณเสียงเกิดจากบีตของลูมิแนนซ์ IF กับสัญญาณเสียง IF เป็น 5.5 MHz และถูกแยกไปยังภาคเสียง แล้วทำการดีเทคเป็นสัญญาณออดิโอ

2.7 โครงสร้างของระบบโทรทัศน์สี

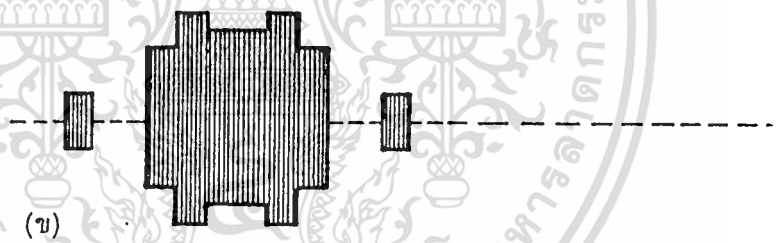
ในโครงงานนี้เราไม่ได้มุ่งไปที่การดัดแปลงฮาร์ดแวร์ของโทรทัศน์สีที่ใช้กัน แต่ทั้งนี้เพื่อให้โครงการนี้สามารถใช้ได้กับโทรทัศน์สีทั่วไปได้ ดังนั้นจึงต้องศึกษาลักษณะการทำงานของโทรทัศน์สีบ้างพอสังเขป โดยจะเน้นเรื่องการถอดรหัสสีของโทรทัศน์เท่านั้น ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวโครงงานเองอาศัยหลักการซิงค์สีเช่นเดียวกับโทรทัศน์ระบบ PAL เป็นตัวเข้ารหัสสีให้กับภาพจากคอมพิวเตอร์ที่จะนำไปซ้อนกับสัญญาณวิดีโอ ซึ่งระบบ PAL จะมีการสลับเฟสของสัญญาณ (R - Y) กลับไปกลับมาอยู่ด้วย เพื่อแก้ไขความผิดเพี้ยนของสีในระบบ NTSC



รูปที่ 2.16 แสดงถึงรูปร่างของสัญญาณ Sync และ Pulse time



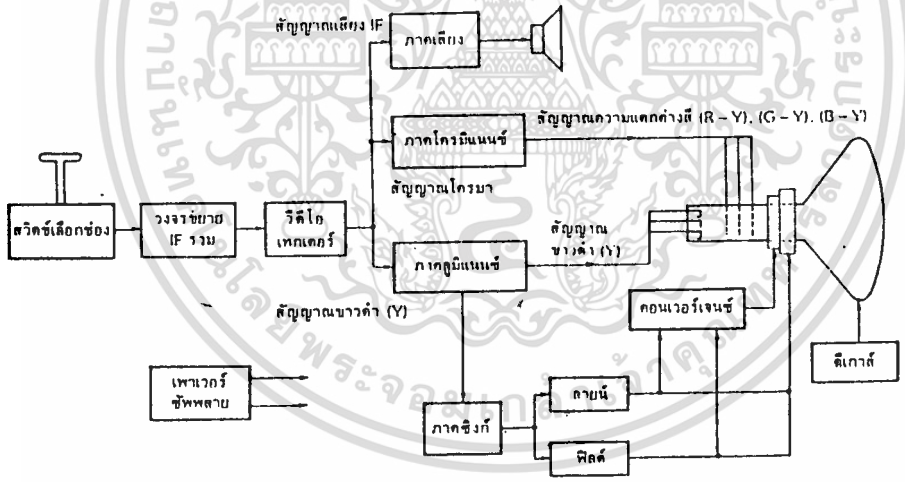
รูปที่ 2.17 แสดงสัญญาณ Chrominance และ Chroma Subcarrier

ได้ศึกษาจากบทที่แล้วว่าเครื่องส่งโทรทัศน์สีส่งสัญญาณมาทั้งหมด 5 ชนิด คือ

1. สัญญาณขาวดำหรือสัญญาณ Y
2. สัญญาณซิงค์ ได้แก่ ซิงค์ทางแนวราบหรือฮอร์ซิงค์ (Horizontal Sync) และซิงค์ทางแนวตั้งหรือเวอร์ซิงค์ (Vertical Sync)
3. สัญญาณโครมิแนนซ์หรือสัญญาณสี
4. สัญญาณเบิสต์หรือสัญญาณซิงค์ของสัญญาณสี
5. สัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเหล่านี้ (มอดูเลตบนสัญญาณ RF) เมื่อผ่านสวิตช์เลือกช่องจะถูกบิตด้วยสัญญาณออสซิเลเตอร์ จากออสซิเลเตอร์ได้สัญญาณของ IF ต่างๆ คือสัญญาณลูมิแนนซ์ IF (38.9 MHz) สัญญาณโครมิแนนซ์ IF (34.47 MHz) และสัญญาณเสียง IF (33.4 MHz) สัญญาณ IF เหล่านี้ถูกขยายต่อด้วยวงจรขยาย IF รวม ส่วนมากจะมี 3 ภาค หลังจากนั้นสัญญาณ IF ต่างๆ ก็จะแยกออกเป็น 2 ทาง โดยทางแรกจะแยกไปวงจรลูมิแนนซ์ IF ทางแยกที่สองไปวงจรโครมิแนนซ์ IF (Addition IF) ทั้งสองสัญญาณที่ต่างแยกไปเข้าภาคขยาย IF ยังคงเหมือนเดิมคือ ยังเป็น IF รวมอยู่สำหรับทางแรกเมื่อผ่านภาคขยายลูมิแนนซ์ IF แล้วก็จะถูกดีเทคให้เป็นคลื่นสัญญาณภาพขาวดำ และ ส่งเข้าหลอดภาพทางคาโทด เช่นเดียวกับเครื่องรับขาวดำธรรมดา ในรูปจะเห็นว่ามี ขดลวดดีเลย์ลายน์อยู่ชุดหนึ่งเพื่อหน่วงเวลาให้สัญญาณขาวดำช้าลงเล็กน้อย เพื่อให้สัญญาณขาวดำไปถึงหน้าจอพร้อมกับสัญญาณสี เพราะสัญญาณสีต้องสูญเสียเวลาผ่านหลายวงจรก่อนจะถึงหลอดภาพ



รูปที่ 2.1 (ก) บล็อกไดอะแกรมอย่างง่ายของเครื่องรับโทรทัศน์สี

รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมอย่างง่ายของเครื่องรับโทรทัศน์สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสัญญาณIF ส่วนที่แยกไปเข้าวงจรโครมิแนนซ์ เมื่อผ่านวงจรนี้แล้ว สัญญาณบางความถี่จะอ่อนลงบ้าง และส่งต่อเข้าวงจรโครมิแนนซ์ดีเทคเตอร์ วงจรนี้จะทำการบีตให้ความถี่ของโครมิแนนซ์เหลือเพียง 4.43 MHz และสัญญาณเสียงจะแยกออกจากจุดนี้ด้วย โดยถูกบีตให้เหลือเพียง 5.5 MHz ก็ยังคงเป็นสัญญาณความถี่สูงอยู่อีก ซึ่งต้องมีการดีเทคอีกครั้ง เราจะเรียกการดีเทคครั้งนี้ว่าเป็นการดีเทคครั้งที่ 2 ก็ได้ สัญญาณเสียง FM 5.5 MHz ถูกแยกเข้าภาคเสียง

ส่วนสัญญาณโครมิแนนซ์ 4.43 MHz จะถูกส่งต่อไปยังวงจรโครมิแนนซ์ IF ที่หนึ่ง (1st Chroma Amp) ความสำคัญของวงจรนี้อยู่ตรงที่จะต้องรักษาอัตราการขยาย (Gain) ให้ คงที่สม่ำเสมอ ไม่ว่าสัญญาณโครมิแนนซ์ 4.43 MHz จะมีกำลังแรงหรืออ่อนก็ตาม การทำให้วงจรนี้มีการขยายสม่ำเสมอทำได้โดยอาศัยแรงไฟ AGC หรือ ACC มาควบคุมซึ่งก็เป็นหลักการ AGC ที่เราเคยรู้จักมานั่นเอง สัญญาณที่ผ่านวงจรนี้ย่อมมีแอมปลิจูด (ประมาณ)คงที่เสมอ และจะถูกส่งต่อให้วงจรโครมิแนนซ์ที่ 2 (2nd Chroma Amp) อีกครั้ง วงจรนี้จะขยายสัญญาณเต็มที่ เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอเพื่อป้อนไปยังภาคต่อไปคือภาค PAL ดังนั้นวงจรนี้จึงเรียกอีกชื่อว่าวงจรขับ PAL เมื่อสัญญาณโครมิแนนซ์ 4.43 MHz มาถึงวงจรภาค PAL อุปกรณ์สำคัญในวงจรนี้ก็คือ ดีเลย์ลายน์ ซึ่งสร้างด้วยผลึกชนิดหนึ่งที่สามารถจะทำให้สัญญาณผ่านไปนั้นล่าช้าลง 64 ไมโครวินาที ซึ่งเท่ากับระยะเวลาสแกนของลำอิเล็กตรอน 1 เส้นพอดี

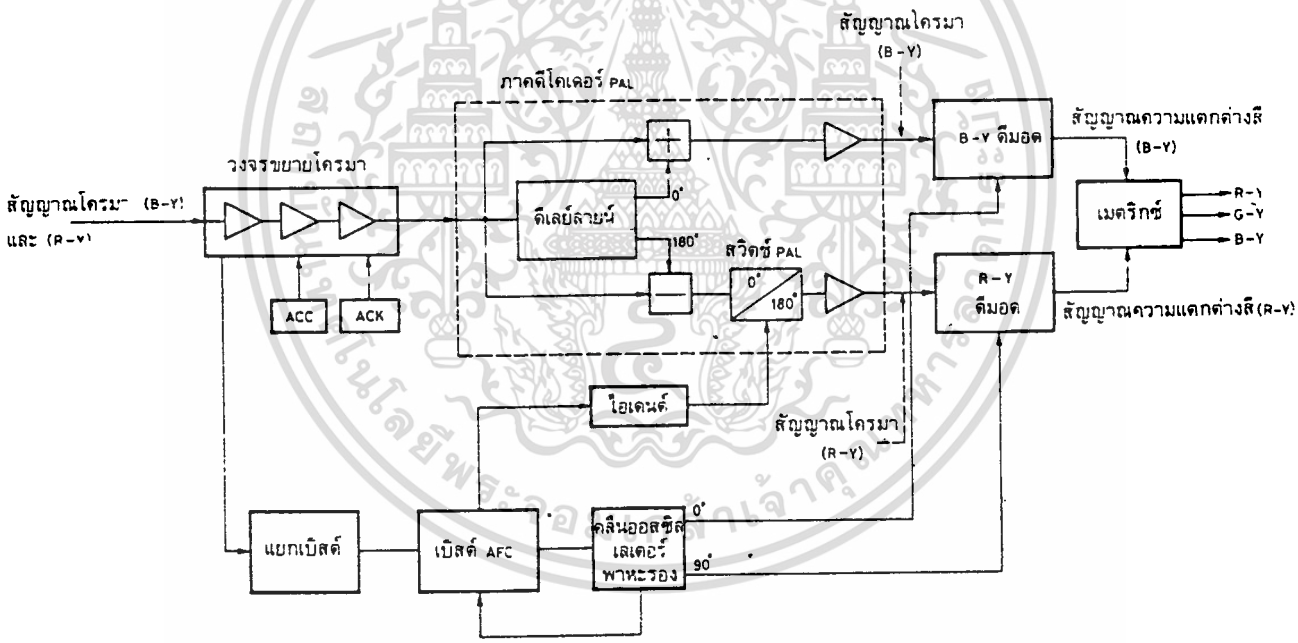
วงจรภาค PAL มีหน้าที่ดังนี้

1. แก้ไขความผิดพลาดทางเฟสให้ถูกต้อง หรือแก้ไขให้สีถูกต้องนั่นเอง

2. แยกสัญญาณโครมิแนนซ์ (B - Y) และ (R - Y) ออกจากกัน (เพราะเครื่องส่งมอดูเลตมารวมกันไว้ให้ต่างเฟสกัน 90 องศา) หลังจากแยกสัญญาณโครมา (B - Y) กับ (R - Y) ออกจากกันแล้ว สัญญาณโครมา(B - Y) จะผ่านการขยาย และส่งเข้าวงจรดีมอดูเลเตอร์เพื่อที่จะดีเทคให้เป็นสัญญาณความแตกต่างสี (B - Y)เหมือนกับที่กล้องจับมาได้ ส่วนสัญญาณโครมา (R - Y) กลับไปกลับมาหรือสลับทุกๆเส้นคู่เพื่อชดเชยและแก้ไขสีที่ผิดเพี้ยน ถ้าเราไม่หาวิธีกลับสัญญาณนี้ให้เหมือนเดิม เมื่อวงจรดีมอดูเลตทำการดีเทคออกมา จะทำให้ภาพมีสีผิดไปจากความเป็นจริง ดังนั้นสัญญาณโครมา(R - Y) จากวงจรภาค PAL จึงถูกป้อนให้วงจรสวิทช์ PAL เพื่อที่จะกลับเฟสของสัญญาณโครมา (R - Y) ในขณะส่งเส้นคู่ให้เหมือนกับเฟสเส้นคี่หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า จะต้องป้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟสของสัญญาณที่ เจตนาส่งให้ผิดมานั้นให้มีเฟสตรงกัน เมื่อกลับเฟสของสัญญาณโครมา (R - Y) ที่ผิดไปนั้นให้ถูกต้องได้แล้ว ก็จะขยายอีกครั้ง และป้อนเข้าสู่วงจรดีมอดูเลเตอร์เพื่อดีเทคให้เป็นสัญญาณความแตกต่างสี (R - Y) ต่อไป เมื่อได้สัญญาณ (R - Y) และ (B - Y) ที่เป็นสัญญาณความแตกต่างสีแล้วจะป้อนให้แก่ วงจรเมตริกซ์เพื่อรวมอัตราส่วนของสัญญาณ (R - Y) และ (B - Y) ให้สัญญาณ (G - Y) คืนตัว หรือกล่าวอีนัยหนึ่งว่าป้อนสัญญาณ (R - Y) และ (B - Y) ไปยังวงจรเมตริกซ์เพื่อจะถอดเอาสัญญาณ(G -Y) ออกมานั่นเอง ดังนั้นจากวงจรเมตริกซ์เราก็จะได้สัญญาณ (R - Y) , (B - Y) และ (G - Y) สัญญาณทั้งสามนี้ก็จะไปป้อนเข้าที่กริดแต่ละกริดของหลอดภาพ ซึ่งก็จะได้สัญญาณสีตามต้องการ



รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของภาคโครมิแนนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเครื่องรับโทรทัศน์สีทุกยี่ห้อ จำเป็นจะต้องมีวงจรออสซิเลเตอร์พาหะรองความถี่ 4.43 MHz เหตุที่ต้องใช้สัญญาณนี้ก็เพราะว่าพาหะรองของสัญญาณสีความถี่ 4.43 MHz ถูกกำจัดทิ้งเสียโดยวงจรบาลานซ์มอดูเลตของเครื่องส่งนั้น สัญญาณสีโครมา(R - Y) กับ (B - Y) จึงเหลือแต่เพียงไซด์แบนด์เท่านั้น และโดยเหตุที่เป็นไซด์แบนด์นี้เอง วิธีที่จะดีเทคเอาสัญญาณสีที่เป็นไซด์แบนด์ออกมาจะต้องใช้วิธีซิงโครนัสดีเทคชัน หรือ สวิตชิ่งดีเทคชั่น ซึ่งใช้หลักการป้อนความถี่ของพาหะรองเข้าไปปิดเปิดวงจรดีมอดูเลเตอร์ให้เฟสและ ความถี่ของสัญญาณออสซิเลเตอร์รองและของสัญญาณสีเท่ากัน เราจึงได้สัญญาณสีออกมาตามที่เราต้องการ

โดยเหตุที่จะต้องรักษาให้วงจรออสซิเลเตอร์พาหะสำรอง มีความถี่และเฟสให้ตรงกับความถี่ของสัญญาณสี ดังนั้นวงจรนี้จึงต้องมีวิธีควบคุมให้ความถี่และเฟสตรงกับความถี่ของสัญญาณสีให้มากที่สุด ซึ่งต้องใช้วิธีควบคุมด้วยผลึกและต้องเอาสัญญาณเบิสต์มาเปรียบเทียบกับสัญญาณจากวงจรออสซิเลเตอร์พาหะสำรอง

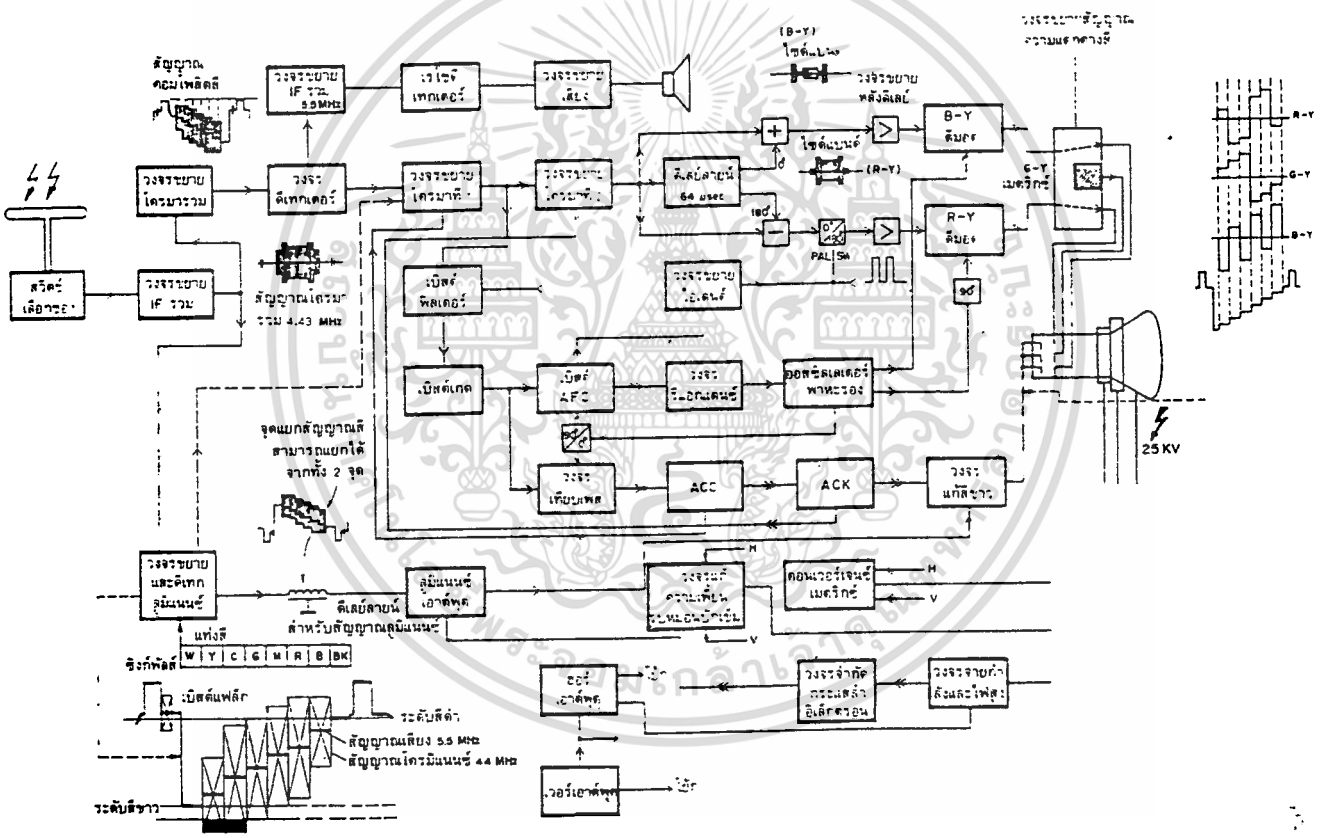
จากรูปจึงมีวงจรทำหน้าที่แยกสัญญาณเบิสต์ (คือ วงจรเบิสต์เกต) ออกมาเพื่อทำการขยายอีกครั้ง ก่อนที่จะส่งเข้าไปเปรียบเทียบกับ ออสซิเลเตอร์สพาหะรองในวงจรเทียบเฟส (อยู่ในวงจรเบิสต์ AFC) วงจรนี้จะให้ผลลัพธ์เป็นแรงไฟ DC เรียกว่าค่าผิดพลาดแรงดันออกมา ส่งไปเลี้ยงวงจรรีแอกแตนซ์ให้เปลี่ยนค่าคาพาซิแตนซ์ เพื่อควบคุมวงจรออสซิเลเตอร์พาหะรองโดยทางอ้อม (Indirect)

นอกจากวงจรเทียบ เฟสจะให้แรงไฟ DC ค่าผิดพลาดแรงดันแก่วงจรรีแอกแตนซ์แล้วยังได้กำเนิดสัญญาณไอเดนต์อีกด้วย สัญญาณไอเดนต์นี้มีความถี่ 7.8 KHz ใช้สำหรับบังคับวงจรสวิทช์ PAL ให้ทำงานได้ถูกต้อง

ในเครื่องรับขาวดำการสร้างแรงไฟ AGC ทำได้โดยส่งซิงค์พัลส์จากเครื่องส่งกับฮอร์พัลส์ในเครื่อง มาทำให้วงจร AGC มีกระแสไหล ซึ่งจะทำให้แรงไฟ AGC มีค่ามากน้อยแล้วแต่ความแรงและอ่อนของสัญญาณ ในเครื่องรับสีก็มีหลักการคล้ายคลึงกัน แต่ว่าความถี่ของสีไม่ได้เกี่ยวกับทางฮอร์ มันมีความถี่ของตัวเองคือ 4.43 MHz ดังนั้นจึงได้นำเอาสัญญาณซิงก์ของสีหรือสัญญาณเบิสต์กับสัญญาณของออสซิลเลเตอร์พาหะรอง มาบังคับให้วงจรเฟสดีเทกเตอร์ มีกระแสไหลและ ทำการขยายอีกครั้ง ด้วยวงจรขยาย AGC หรือวงจรขยาย AGC หลังจากนั้นจะได้แรงไฟ ตามอัตราส่วนที่สัญญาณแรงต่ำไป ควบคุมวงจรขยายสัญญาณสีที่ 1 มีการขยายที่สม่ำเสมอ แรงไฟ AGC นี้ยังใช้ทำประโยชน์ได้อีกอย่างหนึ่ง คือ ใช้บังคับให้วงจรกำจัดสีให้ส่งแรงไฟไปบังคับวงจรขยายสัญญาณที่ 2 ปิด เช่น เมื่อเวลารับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะสัญญาณขาวดำหรือเวลาสัญญาณสีอ่อน ถ้าหากวงจรนี้ยังทำการขยายอีก เมื่อเรารับสัญญาณขาวดำ เราจะไม่ได้สัญญาณขาวดำที่แท้จริง แต่จะมีสโนว์ของสีปรากฏเต็มหน้าจอไปหมด แต่ถ้าเรารับถูกสัญญาณสีที่มีกำลังตามปกติแรงไฟ AGC จะไปบังคับวงจรกำจัดสีให้ แรงไฟไปเปิดวงจรขยายสัญญาณที่ 2 ให้ทำการขยายตามปกติ แรงไฟที่ได้รับจาก วงจรขยาย AGC ยังส่งผลให้วงจรขยายสีส่งแรงไฟไปบังคับให้วงจรแก้สีขาว (White Correction) ไปเปลี่ยนแปลงความต้านทานของแคโทดของหลอดภาพให้มีสีขาวฉาบน้ำเงินใน ขณะที่รับถูกเฉพาะขาวดำ เพื่อความเหมาสมเนื่องจากความเคยชินที่เราเคยดูเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ



ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์สี ระบบ PAL

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์สีระบบ pal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

การทำงานในส่วนต่างๆ ในระบบภาพซ้อนภาพ เราสามารถอธิบายได้อย่างง่าย ๆ โดยใช้บล็อคไดอะแกรมที่แสดงจะทำให้เข้าใจได้อย่างรวดเร็ว ในระบบภาพซ้อนภาพเราจะเริ่มจากนำสัญญาณภาพหลัก (Main video composite) และสัญญาณภาพรอง(Sub video composite) มาเป็นสัญญาณอินพุท (Signal input) ดังนั้นจึงต้องทำการแม็ตชิ่งอิมพีแดนซ์ (Matching impedance) และทำการขยายสัญญาณให้สามารถที่จะจ่ายให้กับส่วนต่างๆได้ต่อไป ดังรูปที่ 3-1 ก) และ ข) ที่จะมีสัญญาณส่วนหนึ่งเป็นสัญญาณคือสัญญาณภาพหลัก (Main composite video)ที่จะไปสู่วงจรมัลติเพลกซ์ (Multiplex switch unit) และอีกส่วนที่จะทำการแยกสัญญาณซิงค์ (Sync separater) ได้สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Hor-sync) และซิงค์ทางแนวตั้ง (Ver-sync) ถ้าเป็นสัญญาณรองก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกันแต่จะต่างกันที่สัญญาณภาพรองที่ทำการขยายสัญญาณแล้ว (Sub composite video) จะถูกแยกสัญญาณสี (Chorminance) ออกเพราะจะทำให้วงจรได้ภาพที่ไม่ชัดเจนเพราะยังมีสัญญาณสีปนอยู่หลังจากแยกสัญญาณสีออกแล้วสัญญาณที่ได้จะเหลือเพียงสัญญาณความเข้ม (Intensity) หรือเรียกว่าสัญญาณลูมิแนนซ์ (luminance signal) ในที่นี้เราจะเรียกว่าสัญญาณรอง (Sub signal) เพื่อที่จะทำการตัดต่อให้ได้ภาพเล็กต่อไป ในส่วนการควบคุมการทำงานต่างๆ จำเป็นต้องมีสัญญาณเวลามาตราฐาน คือวงจรกำเนิดสัญญาณ (Osicillator) ที่จะป้อนสัญญาณคล็อก ความถี่ 10 MHz (ck-3fs) และสัญญาณคล็อก ความถี่ 10/3 MHz (ck-fs) ดังรูปที่ 3-1 ค) ในภาพที่ 3-1 ง)จะเป็นวงจรควบคุม (Control unit) ที่จะนำสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Main hor-sync) สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง(Main ver-sync) ของสัญญาณหลัก และสัญญาณซิงค์ของสัญญาณรองได้แก่ สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Sub hor-sync) และสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (Sub ver-sync) และสัญญาณเวลาที่จะมาเป็นฐานเวลา (ck-3fs) และ (ck-fs) ซึ่งสัญญาณทางผลลัพธ์ ได้แก่สัญญาณ อ่านและเขียนลงหน่วยความจำ (RD/INT WR) สัญญาณควบคุมการทำงานของหน่วนความจำ (INT CS) สัญญาณคล็อกในการนับแอดเดรสในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (WR ADDRESS COUNTER) สัญญาณคล็อกในการนับแอดเดรสในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(RD ADDRESS COUNTER) และสัญญาณตัดต่อสัญญาณภาพหลักและสัญญาณภาพรอง (CONTROL SWITCH) จากนั้นสัญญาณภาพรอง (Sub signal) ก็จะถูกนำไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจาก อนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog to digital converter) ที่ให้สัญญาณคล็อกที่มีความถี่เท่ากับ 10/3 MHz แล้วจึงนำสัญญาณที่ผ่านการแปลงแล้วไปสู่ส่วนของวงจรหน่วยความจำ (Memory unit) สัญญาณดิจิตอลที่ได้มีขนาด 6 บิท เหตุที่เราใช้คล็อกขนาดเพียง 1 ใน 3 เพราะว่าเมื่อสัญญาณอนาลอกที่ถูกแซมปลิ่ง(Sampling and Hole) จะมีขนาดของสัญญาณภาพลดลงเหลือเพียง 1 ใน 9 ส่วนของภาพที่ได้รับในตอนต้น เมื่อสัญญาณดิจิตอล ถูกเก็บลงหน่วยความจำ ก็จำเป็นต้องมีการเก็บให้ถูกส่วนของแอดเดรสในหน่วยความจำ จึงต้องมีวงจรนับแอดเดรส (Address counter unit) มาทำการนับทั้งในส่วนของการอ่านจากหน่วนความจำและการเขียนลงหน่วนความจำ ซึ่งมีขนาด 15 บิท ของเส้นแอดเดรส โดยที่หน่วยความจำจะรู้ว่าในช่วงใดที่ต้องเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (Write cycle)และในช่วงของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ (Read cycle) จากสัญญาณที่มาจากส่วนการควบคุม ได้แก่สัญญาณ การอ่าน การเขียน และการยกเลิกจากภาคการควบคุม (Control unit) เมื่อถึงช่วงเวลาที่จะนำภาพเล็กมาปรากฏในช่วงที่กำหนดก็จำอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลแปลงกลับเป็นสัญญาณอนาลอกโดยใช้วงจร (Digital to analog converter) ที่มีสัญญาณคล็อก (ck-3fs)เป็นตัว sampling rate ในการแปลงสัญญาณ เมื่อได้สัญญาณที่ออกจากวงจรแล้วก็จะนำสัญญาณนี้ไปสู่ส่วนการตัดต่อภาพเรียกว่า วงจรมัลติเพลกซ์สวิทซ์ (Multiplex switch) ซึ่งจะมีสัญญาณการควบคุม (Control switch) เป็นตัวควบคุม เมื่อได้สัญญาณที่ต้องการแล้วยังต้องทำการขยายสัญญาณให้มีขนาดโวทเตจและกระแสเหมาะสม และมีการแม็ทกับสายส่งและเครื่องรับต่อไปดังรูปที่ 3-2 การทำระบบภาพซ้อนภาพที่จะสมบูรณ์ได้ก็จะต้องมีการทำให้ ภาพรองเป็นสัญญาณสีเหมือนกับสัญญาณที่นำเข้า เรามีวิธีการทำได้โดยการนำสัญญาณภาพ (Composite video) มาแยกเป็นสัญญาณสีแดง (red) สีเขียว (green) สีฟ้า (blue) โดยใช้วงจรส่วนแยกสัญญาณสี (RGB DECODER) ดังภาพที่ 3-3 ก) และการรวมสัญญาณสี (RGB ENCODER) ดังภาพที่ 3-3 ข) ส่วนของสัญญาณภาพที่ได้ก็จะมีการขยายสัญญาณและทำการแม็ททางอิมพีแดนท์ทางเอ้าพุท (Output matching impedance) หากจะมีการทำระบบภาพซ้อนภาพที่สมบูรณ์แบบก็จะมีวงจรในส่วนของการเก็บสัญญาณภาพลงในหน่วยความจำเช่นเดียวกับใน ระบบภาพขาวดำ หากแต่จะต่างกันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่จะแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลจะเป็นสัญญาณสีแดง (RED) สัญญาณสีเขียว(GREEN) สัญญาณสีฟ้า (BLUE) ดังรูปที่ 3-4 ก) และสัญญาณแม่สีที่ได้ที่จะนำไปตัดต่อกับสัญญาณแม่สีของภาพหลักก็จะใช้วงจรมัลติเพลกซ์ดังรูปที่ 3-4 ข) แล้วจึงจะนำสัญญาณแม่สีทั้งสามไปสู่วงจรรวมสัญญาณสี (RGB ENCODER) ก็จะเป็นระบบภาพซ้อนภาพที่สมบูรณ์เนื่องจากระบบที่ผู้จัดทำไม่มีเวลาที่พอเพียงจึงนำสัญญาณแม่สีจาก คอมพิวเตอร์ที่เป็นสัญญาณสีแดง (Red) สีเขียว (Green) สีฟ้า (Blue) และสัญญาณซิงค์ (Composite Sync) โดยต่อวงจรรวมสีให้เป็นสัญญาณภาพ (Composite video) แบบเดียวกับสัญญาณจากเครื่องเล่นเทปวีดีโอ หรือสัญญาณจากแพทเทอนเจนเนอเรเตอร์ (Pattern Generater) ก็จะเป็นการพัฒนาอีกก้าวหนึ่งที่จะทำให้ระบบภาพซ้อนภาพสมบูรณ์ต่อไป ในระบบที่กระทำอยู่จะได้สัญญาณภาพออกมา แต่ในระบบโทรทัศน์สัญญาณที่ส่งให้เป็นสัญญาณที่มีการมอดสัญญาณกับสัญญาณพาห์ แล้วจึงจะทำการส่งออกไป เพื่อให้มีการส่งสัญญาณได้กว้างวงจรแปลงสัญญาณภาพให้เป็นสัญญาณที่ส่งเข้าสู่โทรทัศน์ได้อย่างสะดวก โดยมีแผนภาพดังรูปที่ 3-5 เป็นการนำสัญญาณเสียง (Audio signal)กับสัญญาณภาพ (Composite video)มาแปลงให้เป็นสัญญาณที่มีการมอดกับสัญญาณพาห์ เรียกว่า สัญญาณ อาร์เอฟ (RF VHF SIGNAL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร OSCILLATOR รูปที่ 3-6

ในส่วนนี้เราใช้ I.C. Inverter เบอร์ 74S04 ซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงโดยใช้ R , C , X-tal 10 MHz เพื่อที่จะกำหนดความถี่ 3fs ซึ่งมีค่าความถี่ 10 MHz ซึ่งความถี่ 3fs นี้เป็น Clock ที่เราใช้ในการอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำ และป้อนให้กับวงจรCouter Address ซึ่งใช้สำหรับการอ้าง Address ในการอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำ และเรายังนำสัญญาณ Clockความถี่ 3fs นี้ไปเข้าวงจรหารสามเพื่อที่จะได้ความถี่ fs โดยที่ความถี่ fs มีค่าเท่ากับ 10/3 MHz สัญญาณ Clock fs นี้เรานำไปใช้ใน การควบคุม I.C.RCA 3306 โดยเป็นสัญญาณ Clock และใช้เป็นตัวควบคุมการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ ซึ่งใช้สำหรับป้อนให้กับ Couter Address ในส่วนของการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายสัญญาณหลักและแยกสัญญาณSync ของ video Main รูปที่ 3-7

วงจรในส่วนแรกจะเป็นส่วนของวงจรบัฟเฟอร์ (Buffer) ที่จะทำการขยายขนาดของกระแสโดยที่มีโวลท์เตจเกนเท่ากับ 1 จึงมีขนาดของกระแสมากพอจะจ่ายให้กับส่วนการแยกสัญญาณซิงค์ และส่วนของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพ (Multiplex switch) ในส่วนของวงจรแยกซิงค์ ที่สัญญาณซิงค์ V-Sync,H-Sync โดยอาศัยความแตกต่างของความถี่ของสัญญาณต่างๆที่ประกอบเป็นสัญญาณ T.V โดยสัญญาณภาพมีความถี่ 4.43 MHz V-Sync 50 Hz H-Sync 15.625 KHz โดยสร้างวงจร Low Pass เพื่อกรองความถี่ 4.43 MHz หลังจากนั้นก็เข้าวงจรขยาย จะได้สัญญาณ H-Sync นำสัญญาณจากจุดนี้ไปผ่านวงจร LowPass เพื่อกรองความถี่ 15.625 KHz ออก และนำไปผ่านวงจรขยายเรา ก็จะได้สัญญาณ V-Sync โดยที่วงจรนี้ทำงานร่วมกับ I.C 74LS04 ซึ่งเป็น I.C Inverting สำหรับแบ่งสัญญาณที่ได้จากวงจรแยกซิ่ง ให้ได้รูปแบบตามที่เราต้องการ สัญญาณที่ได้จะมีสัญญาณดังนี้

1.Ver-sub

2.Int ver-sub

3.Hor-sub

4.Int hor-sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแยกสัญญาณSync ของ video sub รูปที่ 3-8 และ 3-9

ประกอบด้วยวงจรแยกซิงค์ V-Sync,H-Sync โดยอาศัยความแตกต่างของความถี่ของสัญญาณต่างๆที่ประกอบเป็นสัญญาณ T.V โดยสัญญาณภาพมีความถี่ 4.43 MHz V-Sync 50 Hz H-Sync 15.625 KHz โดยสร้างวงจร Low Pass เพื่อกรองความถี่ 4.43 MHz หลังจากนั้นก็เข้าวงจรขยาย จะได้สัญญาณ H-Sync นำสัญญาณจากจุดนี้ไปผ่านวงจร LowPass เพื่อกรองความถี่ 15.625 KHz ออก และนำไปผ่านวงจรขยายเรา ก็จะได้สัญญาณ V-Sync โดยที่วงจรนี้ทำงานร่วมกับ I.C 74LS04 ซึ่งเป็น I.C Inverting สำหรับแปลงสัญญาณที่ได้จากวงจรแยกซึ่ง ให้ได้รูปแบบตามที่เราต้องการ ร่วมทั้งวงจรหาร 3 ใช้สำหรับหารสัญญาณ H-Sync เพื่อเป็นการเก็บ สัญญาณภาพเล็กแบบ 1 เส้นเว้นไป 3 เส้น โดยใช้วงจร J-K ฟลิบฟลอบนับสัญญาณ Horitical sync sub นับไปสามเส้นเอามาเพียงหนึ่งเส้น และนำมาร่วมกับสัญญาณ Horitical sync sub ในตอนแรกโดยใช้วงจร AND GATE I.C. 74LS08 เพื่อที่จะทำให้สัญญาณมีคาบเวลาตรงตามคาบเวลาของสัญญาณเดิมเท่ากับ 64 ไมโครวินาทีโดยประมาณ ดังนั้นวงจรในส่วนนี้จะเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.Ver-sub

2.Int ver-sub

3.Hor-sub

4.Int hor-sub

5.Hor-sub / 3

6.Int hor-sub / 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสร้างสัญญาณควบคุมการตัดต่อภาพ รูปที่ 3-10
(Control Multiplex Switch Unit)

จากภาพที่ 3-10 เราสามารถทำความเข้าใจกับการสร้างสัญญาณการควบคุมการตัดต่อภาพได้นี้ เมื่อเราต้องการสร้างสัญญาณให้เกิดช่องว่างหรือ บล๊อก ที่จอภาพ เราจะต้องกำหนดสัญญาณควบคุม วงจรตัดต่อภาพ ให้มีการตัดภาพเป็นภาพเล็กหรือภาพรองโดยสร้าง Pulse ที่มีความกว้างของช่วงเวลาทางแนวนอน เท่ากับ 17.32 us และมีสัญญาณ Pulse ในแกนตั้งเท่ากับ 6.144 us โดยมีสัญญาณซิงค์เป็นสัญญาณเปรียบเทียบวิธีการของเราจะกระทำได้ คือนำสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งของภาพหลัก ผ่านวงจรโมโนสเตเบิ้ล ให้มีช่วงเวลา Ton เท่ากับ ค่าที่กำหนดได้ ซึ่งค่าของเวลาที่ได้หาได้จาก ช่วงเวลาที่ภาพจะปรากฏ หน้าจอโทรทัศน์ นั้นหมายถึงช่วงเวลาของสัญญาณภาพ (Composite video) ที่ตัดสัญญาณซิงค์ต่าง ๆ ออกแล้ว หรือตัดสัญญาณช่วงที่มีการรีเทรซ (Retrace) ออกไป ส่วนการกำหนดช่วงเวลาของโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) 74LS221 ก็จะใช้ค่าของความต้านทาน (Resistor) และ ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ที่ต่อภายนอกเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาของสัญญาณพลัสซ์ จะมีวิธีคำนวนได้ดังนี้

$$Ton = (\ln 2).RC$$
$$= 0.7RC \quad \text{second (วินาที)}$$

ในวงจรที่ต่อจะให้สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งเป็นสัญญาณอินพุท ผ่านวงจรโมโนสเตเบิ้ลตัวที่หนึ่งสำหรับทำการเลื่อนภาพในการแกนตั้ง และ วงจรโมโนสเตเบิ้ลตัวที่สอง เป็นตัวกำหนดการควบคุมการตัดต่อภาพทางแนวนอน และเป็นสัญญาณให้กับวงจรโมโนสเตเบิ้ลตัวที่สามที่ทำการ AND กับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน เพื่อจะทำใช้ในการเลื่อนภาพทางแนวนอนและ วงจรโมโนสเตเบิ้ลตัวสุดท้ายเป็นสัญญาณควบคุมที่จะส่งในกับวงจรตัดต่อภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร Analog To Digital รูปที่ 3-11

เราใช้ I.C. สำเร็จของ RCAในการแปลงสัญญาณอะนาล็อกของสัญญาณจากภาพเล็กให้เป็นสัญญาณดิจิตอล I.C. ที่ใช่คือ RCA 3306 ซึ่งความเร็วสูงสุดในนการทำงาน 15 MHzและมีระดับของสัญญาณ 64 ระดับคือ D0 - D5 โดยที่สัญญาณที่ป้อนจะมี Vref+ และ Vref- ซึ่งเราใช้ VR สำหรับปรับค่าโวลเตจตามต้องการ และภายในI.C. จะมี Vz ซึ่งเราสามารถนำมาใช้งานได้และเราสามารถกำหนดโวลเตจ์ในแต่ละบิตได้โดย

$$Vtap(n)=[(Vref/64)xn] - [Vref / (2x64)]$$

$$=Vref [(2n-1)/128]$$

Vtap =ระดับโวลเตจอ้างอิงที่จุด n

Vref =โวลเตจคร่อมขา ref+ กับขา ref-

n = จำนวน tap (1 ถึง 64)

I.C. RCA 3306 นี้ทำงานโดยอาศัย Clock ส่วนประกอบของ Clock มี Auto Balance กับ Sample โดยมี Phase Control เป็นตัวควบคุมรูปแบบการทำงานซึ่งมีสองแบบด้วยกันดั้งนี้

1.ขา Phase Control มีค่าลอกจิกเป็น Low สัญญาณอะนาล็อกจะถูกนำมาเปรียบเทียบที่ขอบขาขึ้นและแปลงเข้าไปใน O/P Register ที่ขอบขาลงของ Auto Balance

2.ขา Phase Control มีค่าลอกจิกเป็น High สัญญาณอนาล็อกจะถูกนำมาเปรียบเทียบที่ขอบขาลงของ Sample และถูกแปลงเข้าไปใน o/p register ที่ขอบขาขึ้นของ Sampleช่วงเวลาที่ข้อมูลเข้าไปใน O/p register จนปรากฏข้อมูลออกมาที่ 3 State Driver เรียกว่า Time Delay (Td)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูล รูปที่ 3-12 และ 3-13

วงจรในส่วนนี้ประกอบด้วย

1.วงจรควบคุมการทำงานของ RAM ในส่วนที่จะให้ RAM ตัวที่หนึ่งและสอง โดยที่ให้ตัวที่หนึ่งอ่าน ตัวที่สองเขียนหรือ ตัวที่หนึ่งเขียน ตัวที่สองอ่าน ตามลำดับ ในที่นี้ RAM ของเราจะใช้ I.C. 62256 จำนวน 2 ตัวช่วยกันทำงานซึ่งในส่วนของตัว RAM เราจะอธิบายในส่วนต่อไป วงจร ในส่วนนี้เราได้ใช้ I.C J-K ฟลิบฟลอบ ทำงานในโหมด TRIGLE MODE โดยที่สัญญาณ CLOCK ที่ใช้ป้อนใช้สัญญาณ Ver-sub เพื่อที่จะได้ให้ RAM ตัวหนึ่งอ่านและตัวหนึ่งเขียนในช่วงสัญญาณ Verizental ของภาพเล็ก หรือในช่วง 1 ฟิลด์ของสัญญาณภาพเล็ก

2.วงจร ADDRESS WRITE ในส่วนของการควบคุม สัญญาณ Address write เราแบ่งบิตของ Address ออกเป็นสองช่วง A0-A7 และ A8-A14 โดยที่สาย Address A0-A7 เราให้วงจร Counter นับสัญญาณ Clock-WR ซึ่งมีความถี่เท่ากับ 10/3 MHz และใช้สัญญาณ Int Hor-sub/3 เป็นตัวเซ็ตให้ Counterเริ่มนับและหยุดนับพร้อมทั้งเซ็ตให้ Counter มีค่าเอาท์พุทเป็นศูนย์ทั้งหมดซึ่งในช่วงการนับเราจะได้จุดภาพตามสมการต่อไปนี้

ช่วงของคาบเวลาที่มีสัญญาณภาพในหนึ่งเส้น = 64 us

สัญญาณ CLOCK ที่ป้อนให้วงจร COUNTER = 10/3 MHz

จำนวนจุดภาพเท่ากับ 64 us x 10/3 MHz = 210 จุดภาพ

สำหรับสาย Address A8-A14 เราใช้วงจร COUNTER อีกส่วนในการป้อนสายข้อมูล โดยที่วงจรนี้จะใช้ สัญญาณ Int Hor-sub/3 เป็นสัญญาณนับและสัญญาณ Ver-sub เป็น สัญญาณในการเซ็ตเราจะได้จำนวนเส้นในหนึ่งฟิลด์เท่ากับ 312.5/3 = 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นดั้งนั้นเราจะ ได้จำนวนจุดภาพทั้งหมดเท่ากับ 210 x 104 = 21840 จุดภาพ

3.วงจร ADDRESS READ ในส่วนนี้เราเปลี่ยนสัญญาณควบคุม control เป็นสัญญาณต่อไปนี้ CLOCK 10 MHz , INT SW-CONTROL , INT Y-COUNTROL โดยที่สัญญาณต่างๆมีคาบเวลาดังนี้ INT SW - CONTROL คาบเวลาในการ OFF เท่ากับ 64 /3 us INT Y - CONTROL คาบเวลาในการ OFF เท่ากับ 20 /3 us จากการคำนวณวงจร COUNTER ของช่วงการ READ เหมือนกับวงจร COUNTER ของช่วงการ WRITE ช่วงของคาบเวลาที่มีสัญญาณภายนอกออกใน 1 เส้น เท่ากับ 21.3 us สัญญาณ CLOCK ที่จะให้สัญญาณภาพคมชัด มีค่าเท่ากับ 10 MHz จำนวนจุดภาพที่ปรากฏจะมีค่าเท่ากับ 213 จุดภาพ ซึ่งพบว่าจำนวนจุดภาพที่นำแสดงออกเท่ากับจุดภาพที่ถูกเขียนเข้ามาในในหน่วยความจำ สำหรับวงจร ADDRESS A8 - A14 เราใช้วงจร COUNTER อีกส่วนนับสัญญาณ INT SW-CONTROL โดยมี INT Y-CONTROL เป็นตัว SET ข้อมูลให้ได้จำนวนเส้นในกรอบเท่ากับ 104 เส้นโดยประมาณดังนั้นเราจะได้จำนวนจุดภาพในกรอบเท่ากับ 213*104 = 21852 จุดภาพโดยประมาณ

4. วงจรหน่วยความจำ (MEMORY UNIT) วงจรในส่วนนี้จะใช้ MEMORY 2 ตัว สลับกันทำงานเพื่อให้มีความสามารถในการทำงานสูงสุด โดยที่ตัวหนึ่ง READ อีกตัวหนึ่งจะ WRITE โดยที่ขนาดของ RAM จะถูกกำหนดโดยความละเอียดของภาพที่เราต้องการในPROJECTเราให้ความละเอียดของภาพ หรือจุดภาพใน 1 เส้นถูกกำหนดโดยความถี่ในการ WRITE เท่ากับ 10/3 MHz และวงจร ADDRESS COUNTER เราจะได้ว่าจุดภาพที่ต้องเก็บเท่ากับ 25852 จุดภาพ SRAM ที่มีปัจจุบันมีค่าความจุเท่ากับ 16KBYTE 32KBYTE ใน PROJECT เราใช้ประมาณ 22KBYTE ดับนั้นเราต้องใช้ RAM 32KBYTE ในวงจรเราใช้ 62256 ในส่วนของสาย ADDRESS RD/ADDRESS WR เราใช้ไอซี BUFFER 74LS244 เป็นตัวควบคุมการป้อนสายส่งสัญญาณ ADDRESS RD/ADDRESS WR ให้กับ ADDRESS BUS ของ MEMORY ในส่วนของ DATA เราใช้ เพียง 6 เส้น เนื่องจากข้อจำกัดทางวงจร A/D มีสัญญาณออกมาเพียง 6 เส้นในการนำข้อมูลเข้า DATA BUS เราใช้ BUFFER I.C. 74LS365 เป็นตัวส่งผ่าน DATA BUS ทั้ง 6 เส้น การทำงานของ SRAM มี 2 CYCLE คือ READ CYCLE AND WRITE CYCLE ในช่วง READ CYCLE นั้น เรากำหนดให้ INT CS เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อการทำงานของหน่วยความจำจะทำตาม ADDRESS BUS เท่านั้น ในช่วงของ WRITE CYCLE จะต้องป้อนสัญญาณ CLOCK 10/3 MHz ซึ่งจะเป็นสัญญาณในการอ่านข้อมูล ในกับ INT CS เพื่อให้ SRAM ทำงานตามช่วงสัญญาณ CLOCK ส่วนขา RD/INTWR ของหน่วยความจำจะป้อนสัญญาณควบคุมการทำงานอ่านและเขียนข้อมูลจากวงจร CONTROL ในส่วนที่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก รูปที่ 3-14
(DIGITAL TO ANALOG CONVERTER)

เนื่องจากวงจรของเราจะต้องส่งสัญญาณอนาลอก (COMPOSITE VIDEO) ออกทางoutput ดังนั้นวงจรที่ขาดไม่ได้สำหรับใช้คู่กับวงจร ATOD CONVERTER คือวงจร DTOA CONVERTER โดยที่ในวงจรเราใช้ R-2R LEADER ซึ่งเป็นวงจรแปลงสัญญาณ ดิจิต่อล เป็น อนาลอก ที่ถูกที่สุดและทำงานมีประสิทธิภาพดีพอควร โดยในวงจรเราได้ใช้ I.C.AND GATE เป็นตัวช่วยขับแรงดันไฟฟ้าที่ OUTPUT โดยสัญญาณที่ป้อนเป็นข้อมูลจาก MEMORY มา AND กับสัญญาณ CLOCK READ จะทำให้การทำงานของวงจร R-2R LEADER เป็นไปตามCLOCK 10MHz ทำให้การทำงานดีขึ้นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมการตัดต่อภาพ รูปที่ 3-15
(Multiplex switch unit)

ในส่วนของวงจรนี้จะทำการตัดต่อสัญญาณภาพหลัก (Main composite video) และสัญญาณภาพรองที่ได้จากการวงจรแปลงสัญญาณดิจิตองเป็นอนาลอกแล้ว (Digital to analog converter) ซึ่งสัญญาณภาพที่ได้จะถูกตัดทอนให้มีขนาดสัญญาณภาพเหลือเพียง 1 ใน 9 ส่วนของสัญญาณภาพปรกติ วงจรนี้จะป้อนสัญญาณหลักเข้าที่ขา X0 และสัญญาณรองที่ขา X1 และจะมีเอ๊าพุททางขา X โดยมีสัญญาณควบคุมที่ขา A ในสภาวะที่ไม่มีสัญญาณเข้ามาควบคุม คือมีโลจิกเป็น 0 จะให้เอ๊าพุทจาก X0 เมื่อมีสัญญาณควบคุมเป็น 1 จึงจะตัดการทำงานมาเป็น X1 ส่วนขา INH จะเป็นการควบคุมว่าไอซี 4053 ตัวนี้จะทำงานหรือไม่เท่านั้น กรณีที่เราจะประยุกต์ให้เป็นสัญญาณภาพสี จะทำได้โดยป้อนอินพุท ของสัญญาณหลักที่ขาอินพุท 0 และสัญญาณรองที่ขาอินพุท 1 และจะให้เอ๊าพุทออกมาที่ขาเอ๊าพุท ซึ่งเราจะกระทำได้ดังนี้

สัญญาณสีแดง RED สัญญาณหลัก X0 สัญญาณรอง X1 เอ๊าพุท X
สัญญาณสีเขียว GREEN สัญญาณหลัก Y0 สัญญาณรอง Y1 เอ๊าพุท Y
สัญญาณสีฟ้า BLUE สัญญาณหลัก Z0 สัญญาณรอง Z1 เอ๊าพุท Z
สัญญาณควบคุม Control Switch ต่อกับ ขา A,B,C
และสัญญาณ INH ต่อลง GND

ในกรณีที่จะมีการปรับปรุงให้มีการทำงานของ 4053 ก็ให้ป้อนสัญญาณที่ขา INH จะทำให้สามารถประยุกต์ให้มีการใช้งานได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแปลงสัญญาณแม่สีเป็นสัญญาณภาพ รูปที่ 3-16
(R G B ENCODER)

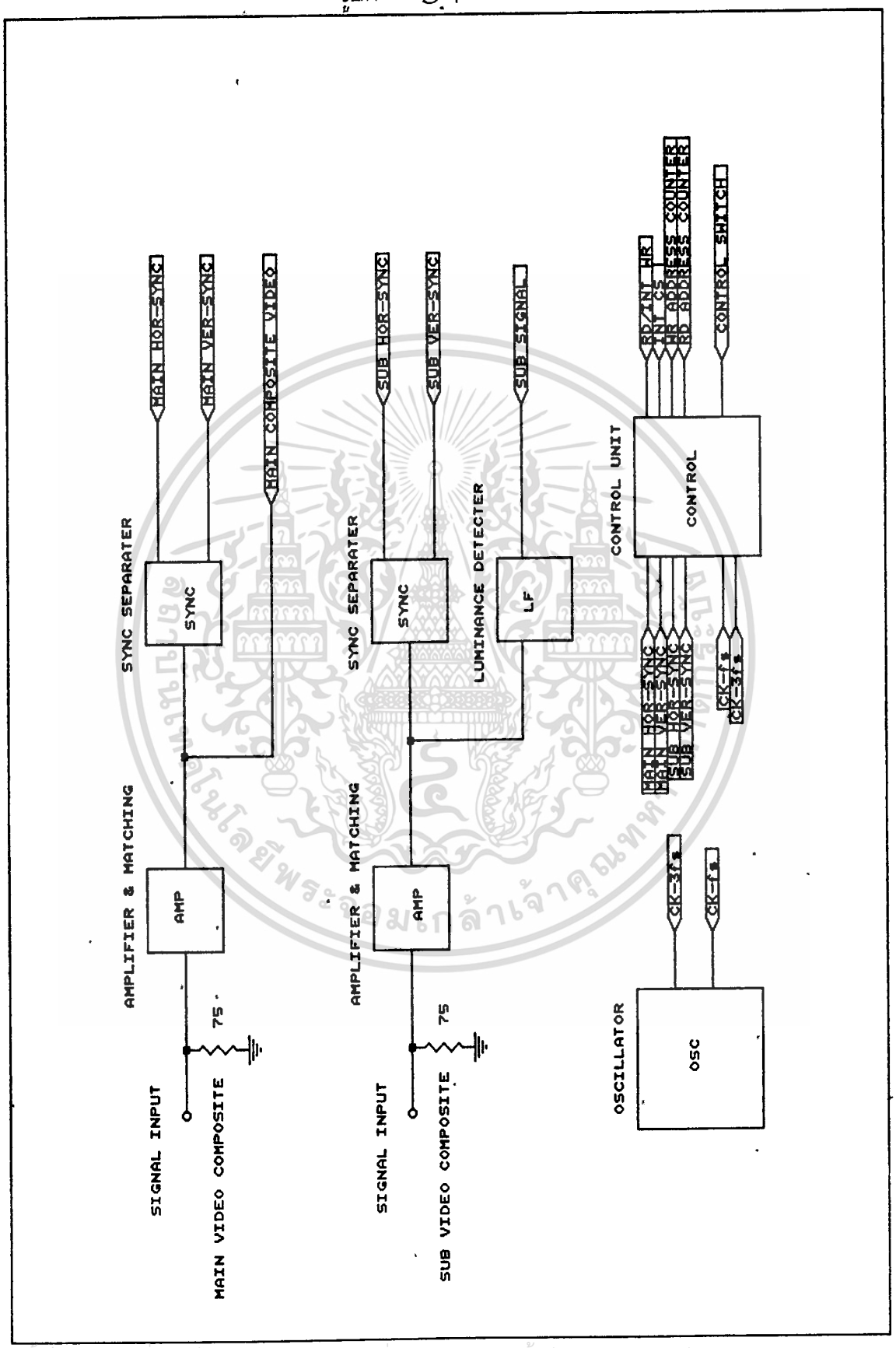
การรวมสัญญาณแม่สีทางโทรทัศน์อันได้แก่ สีแดงRED สีเขียว GREEN สีน้ำเงิน BLUE มาเป็นสัญญาณภาพ COMPOSITER VIDEO นั้นจะเป็นยุ่งยากมากหากเราใช้วงจรที่เป็นวงจรทรานซิสเตอร์ Transistor circuit เพื่อความสะดวกเราจะใช้ Linear integrated circuit ไอซี เบอร์ MC 1377 ซึ่งเราเพียงต่ออุปกรณ์เพิ่มเพียงบางส่วนก็จะสามารถทำงานได้ เราจะอธิบายวงจรในส่วนต่างๆได้ ดังนี้ วงจรสร้างสัญญาณพาหะรอง Subcarrier oscillator ที่มีความถี่ 4.43 MHz ก็จะใช้วงจรคริสตอลมาตราฐานความถี่ต่อวงจร แอล-ซี รีโซแนนซ์ L-C Resonance ทางด้านอินพุทของสัญญาณ Sinnal input จะได้แก่ สัญญาณสีแดง Red signal สัญญาณสีเขียว Green signal สัญญาณสีน้ำเงิน Blue signal และสัญญาณซิงค์รวมแบบกลับเฟส Negative Composite sync ในส่วนของสัญญาณสามเหลี่ยม SAW TOOTH Generator ที่ขา 1 จะเป็นตัวกำหนดการดีเทคสีให้มีการสลับเฟสของสัญญาณ R-Y และ B-Y มีความถูกต้อง ส่วนตัวเก็บประจุ Capacitor ต่าง ๆที่ต่อจะเป็นการยกระดับสัญญาณทางดีซี DC ให้มีขนาดที่กำหนดไว้ ทางด้านเอ้าพุท Output จะเป็นสัญญาณภาพที่จะต้องต่อกับตัวรับเช่น โทรทัศน์ ก็จำเป็นต้องมีการขยายให้มากพอที่จะจ่ายให้กับภาครับ (Receiver) และมีการแม๊ตช์กับทางอิมพีแดนท์ (Matching Impedance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรวีดีโอมอดดูเลเตอร์ รูปที่ 3-17 (RF CONVERTER)

ในส่วนของวงจรนี้จะเป็นการนำเอาสัญญาณวีดีโอภาพ และเสียงมาทำการมอดกับสัญญาณพาหะเพื่อทำการส่งในลักษณะเดียวกับสถานีส่งโทรทัศน์ ในช่วงความถี่ VHF ในช่อง 3 หรือ ช่อง4 ความถี่คลื่นพาห์ (Carrier frequency)ใช้วงจร LC TANK เป็นวงจรออสซิเลเตอร์ Oscillator circuit ในกรณีของสัญญาณภาพ แต่ความถี่คลื่นพาห์ของสัญญาณเสียงต้องการความถี่ของคลื่นพาหะ 5.5 MHz มี Bandwidth 15 กิโลเฮิรตซ์ ดังนั้นจึงต้องมีภาค Oscillator ต่างหาก โดยใช้วงจร LC แต่ใช้ Varactor diode เพื่อให้ค่า Capacitor เปลี่ยนแปลงตามแรงดันไฟฟ้า โดยใช้การเปลี่ยนค่าแรงดันจากความต้านทาน Resistor จะมีความสะดวกแน่นอนกว่า ในส่วนนี้จะใช้ไอซี LM1889 เป็นตัวมอดดูเลเตอร์ ที่มีความสามารถมากนอกจากจะเป็นวงจร มอดดูเลเตอร์แล้วยังสามารถที่จะทำการผสมสัญญาณความแตกต่างสี R-Y ,B-Y และสัญญาณความเข้มของแสง Y ให้เป็นสัญญาณภาพ COMPOSITE VIDEO อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

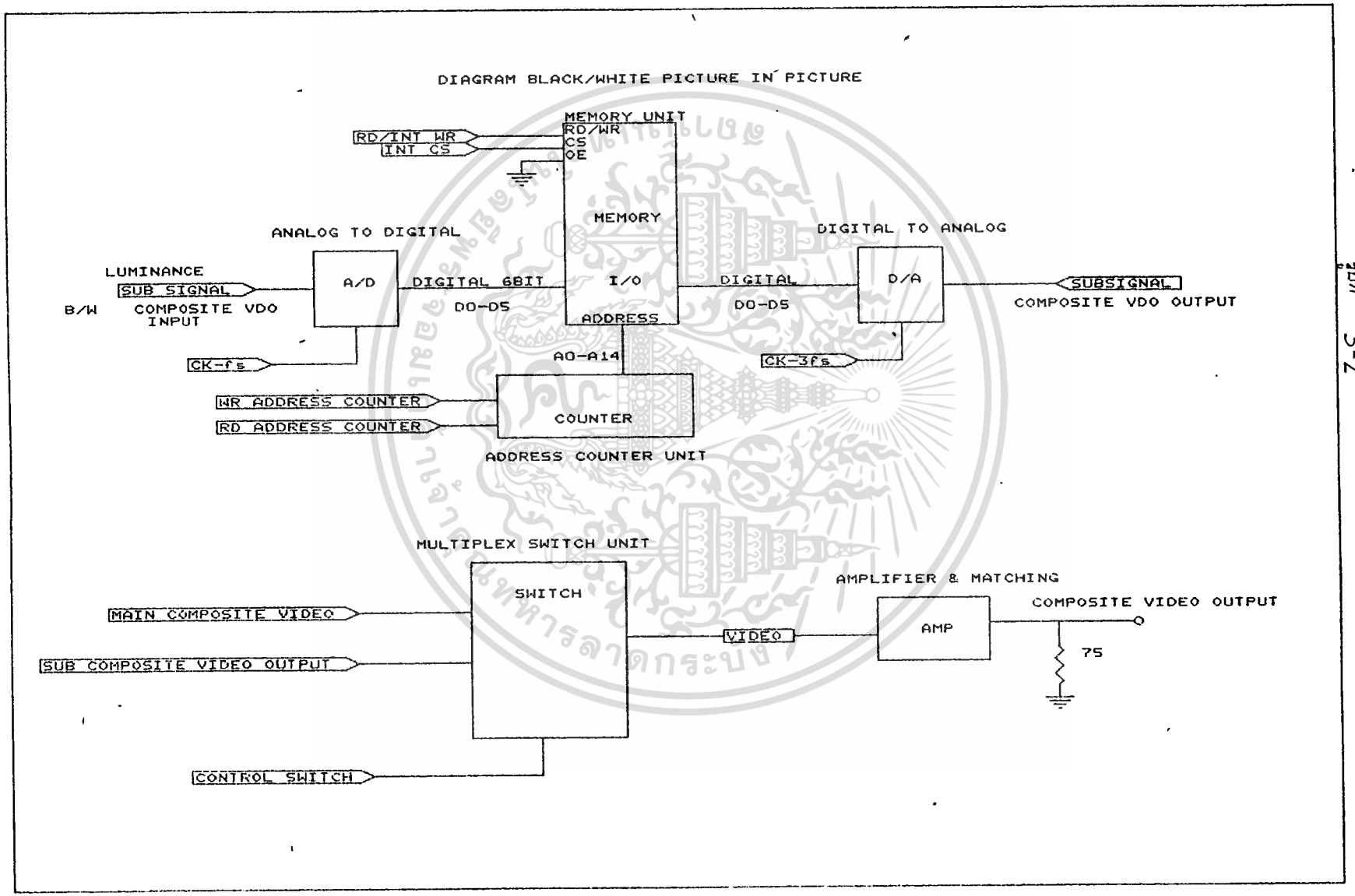


DIAGRAM BLACK/WHITE PICTURE IN PICTURE
MEMORY UNIT
RD/INT WR
INT CS
RD/WR
CS
OE
MEMORY
ANALOG TO DIGITAL
DIGITAL TO ANALOG
LUMINANCE
SUB SIGNAL
B/W
COMPOSITE VDO INPUT
A/D
DIGITAL 6BIT
D0-D5
I/O
ADDRESS
DIGITAL
D0-D5
D/A
SUBSIGNAL
COMPOSITE VDO OUTPUT
CK-fs
A0-A14
CK-3fs
WR ADDRESS COUNTER
RD ADDRESS COUNTER
COUNTER
ADDRESS COUNTER UNIT
MULTIPLEX SWITCH UNIT
SWITCH
AMPLIFIER & MATCHING
MAIN COMPOSITE VIDEO
SUB COMPOSITE VIDEO OUTPUT
VIDEO
AMP
COMPOSITE VIDEO OUTPUT
75
CONTROL SWITCH

3-2

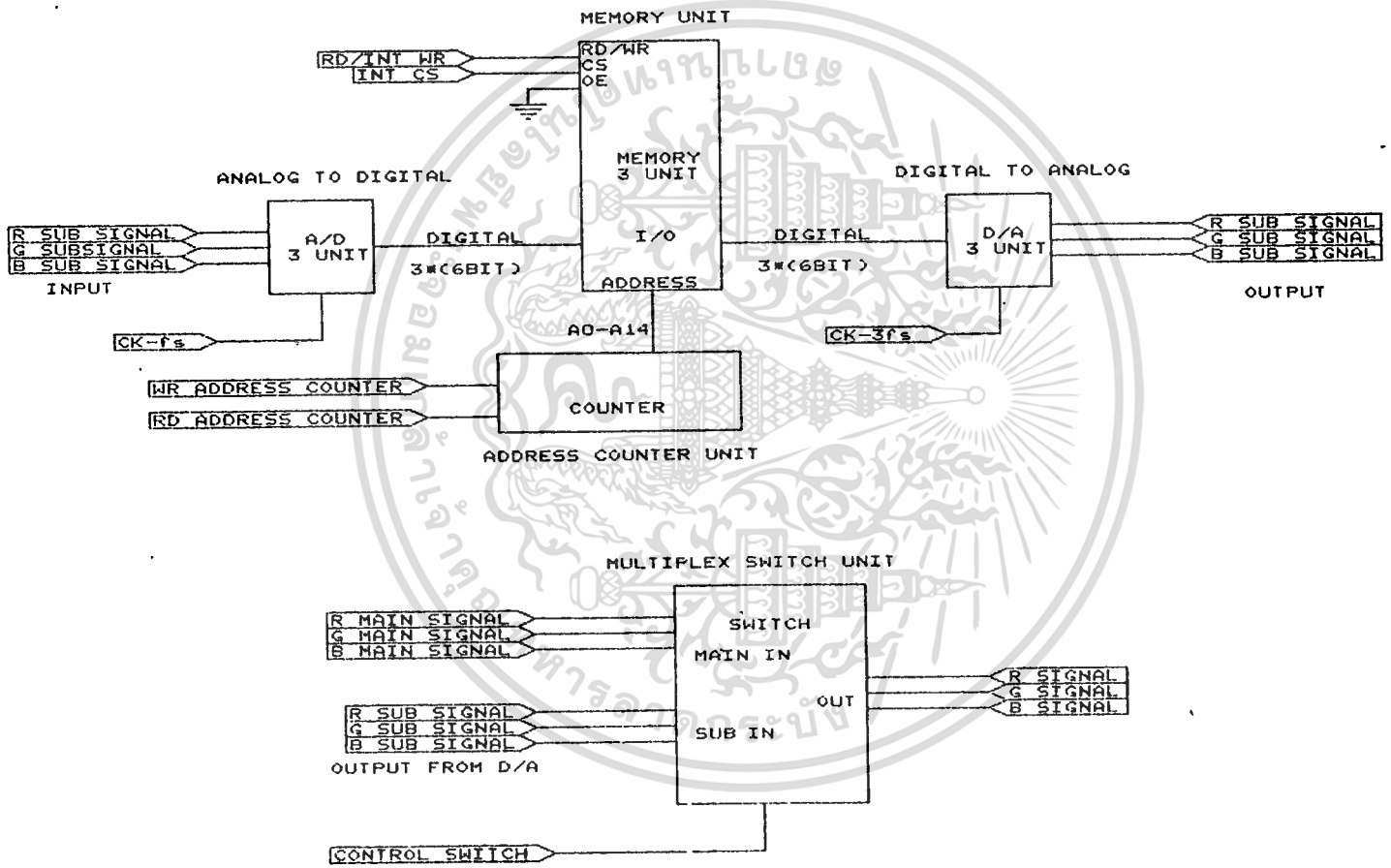


DIAGRAM COLOUR PICTURE IN PICTURE
MEMORY UNIT
RD/INT WR
INT CS
RD/WR
CS
OE
MEMORY
3 UNIT
I/O
ADDRESS
ANALOG TO DIGITAL
R SUB SIGNAL
G SUBSIGNAL
B SUB SIGNAL
INPUT
A/D
3 UNIT
DIGITAL
3*(6BIT)
DIGITAL TO ANALOG
DIGITAL
3*(6BIT)
D/A
3 UNIT
R SUB SIGNAL
G SUB SIGNAL
B SUB SIGNAL
OUTPUT
CK-fs
CK-3fs
A0-A14
WR ADDRESS COUNTER
RD ADDRESS COUNTER
COUNTER
ADDRESS COUNTER UNIT
MULTIPLEX SWITCH UNIT
R MAIN SIGNAL
G MAIN SIGNAL
B MAIN SIGNAL
SWITCH
MAIN IN
R SUB SIGNAL
G SUB SIGNAL
B SUB SIGNAL
OUTPUT FROM D/A
SUB IN
OUT
R SIGNAL
G SIGNAL
B SIGNAL
CONTROL SWITCH

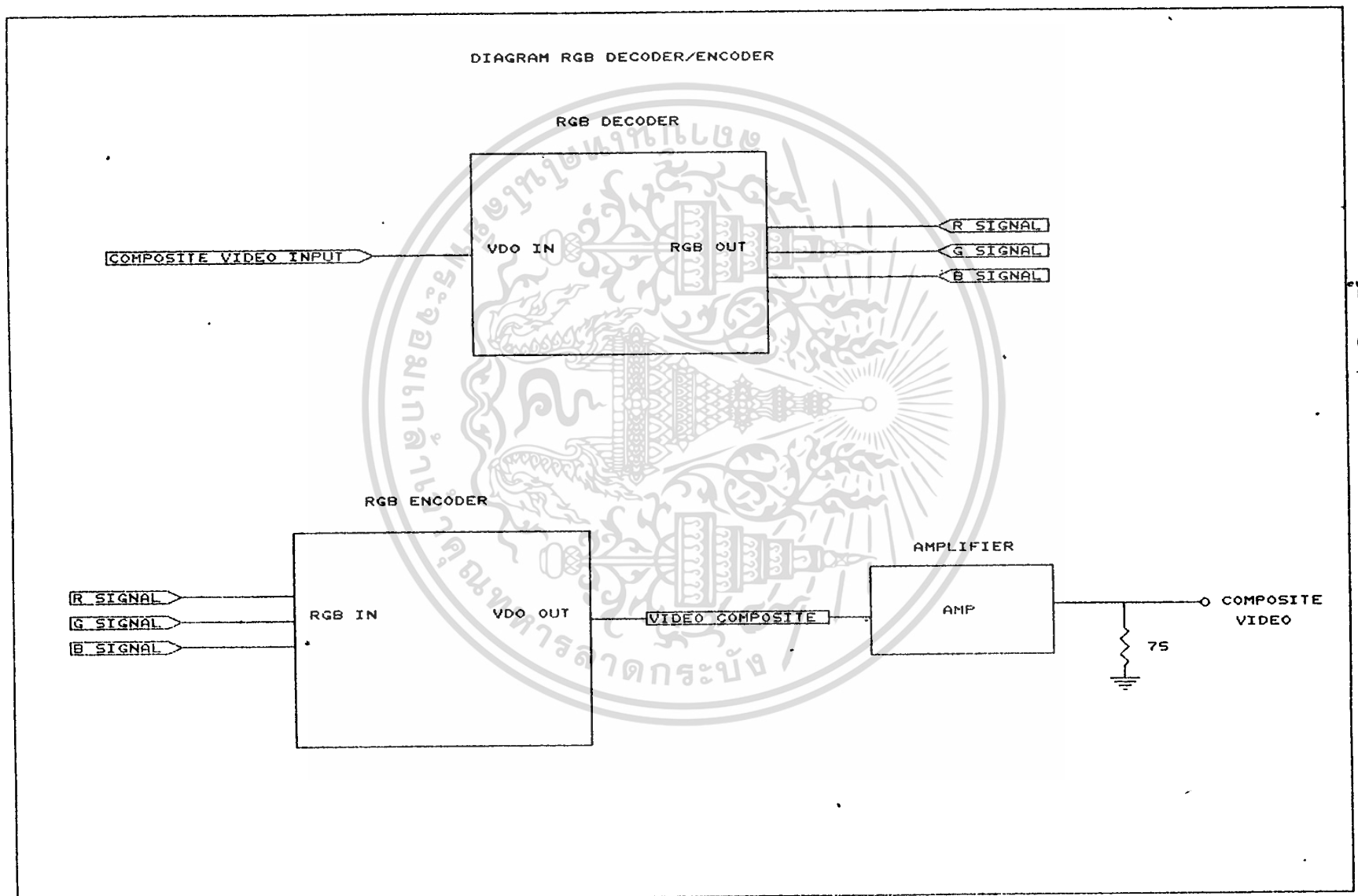
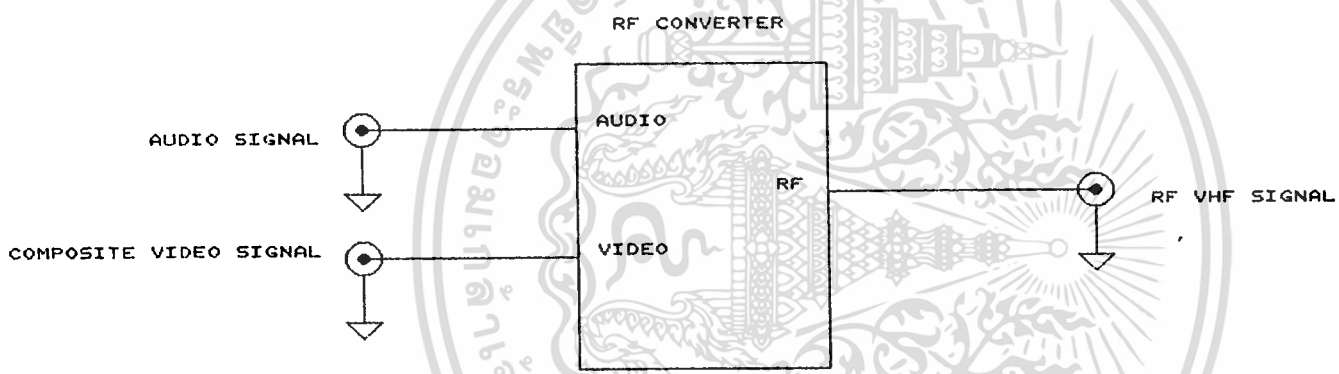


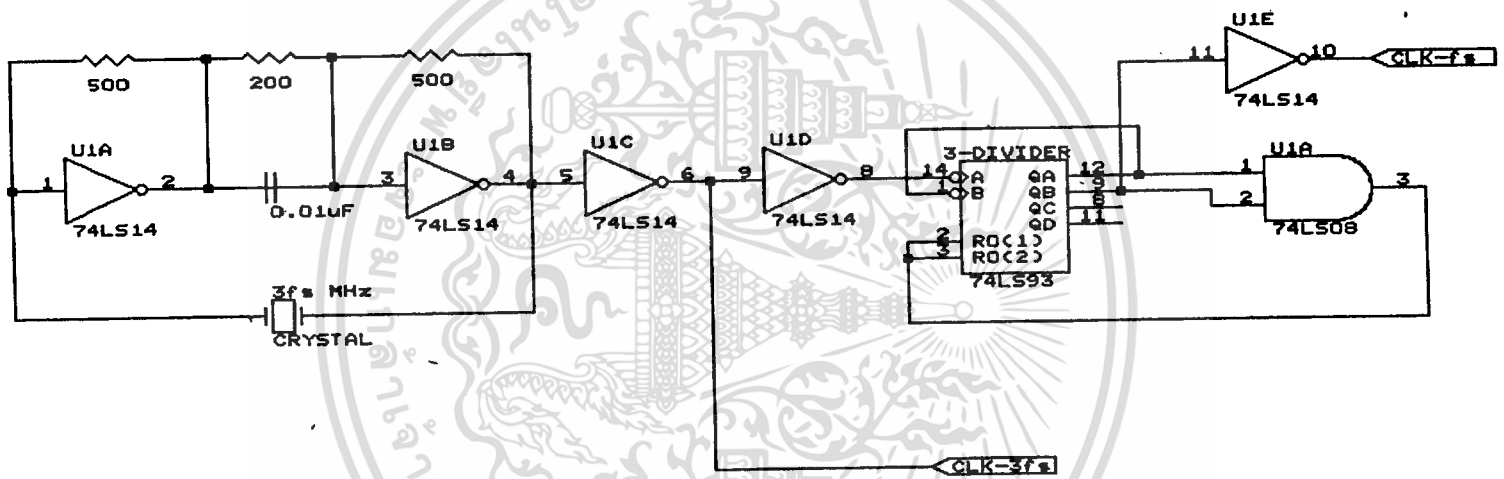
DIAGRAM RGB DECODER/ENCODER
RGB DECODER
COMPOSITE VIDEO INPUT
VDO IN
RGB OUT
R SIGNAL
G SIGNAL
B SIGNAL
RGB ENCODER
R SIGNAL
G SIGNAL
B SIGNAL
RGB IN
VDO OUT
VIDEO COMPOSITE
AMPLIFIER
AMP
75
COMPOSITE VIDEO

รูปที่ 3-4

ภาควิชาเทคโนโลยีการสื่อสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

DIAGRAM VIDEO MODULATOR

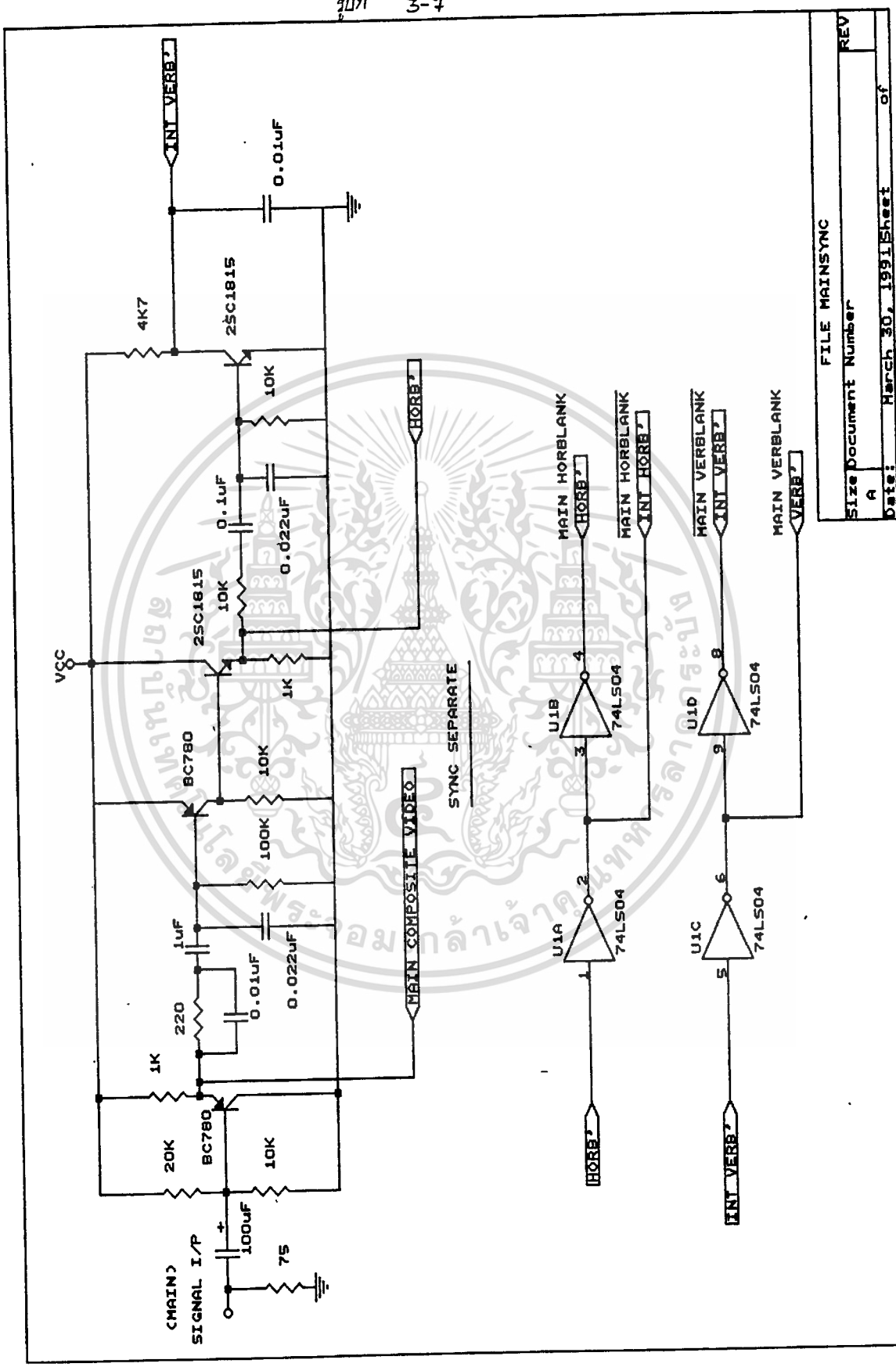




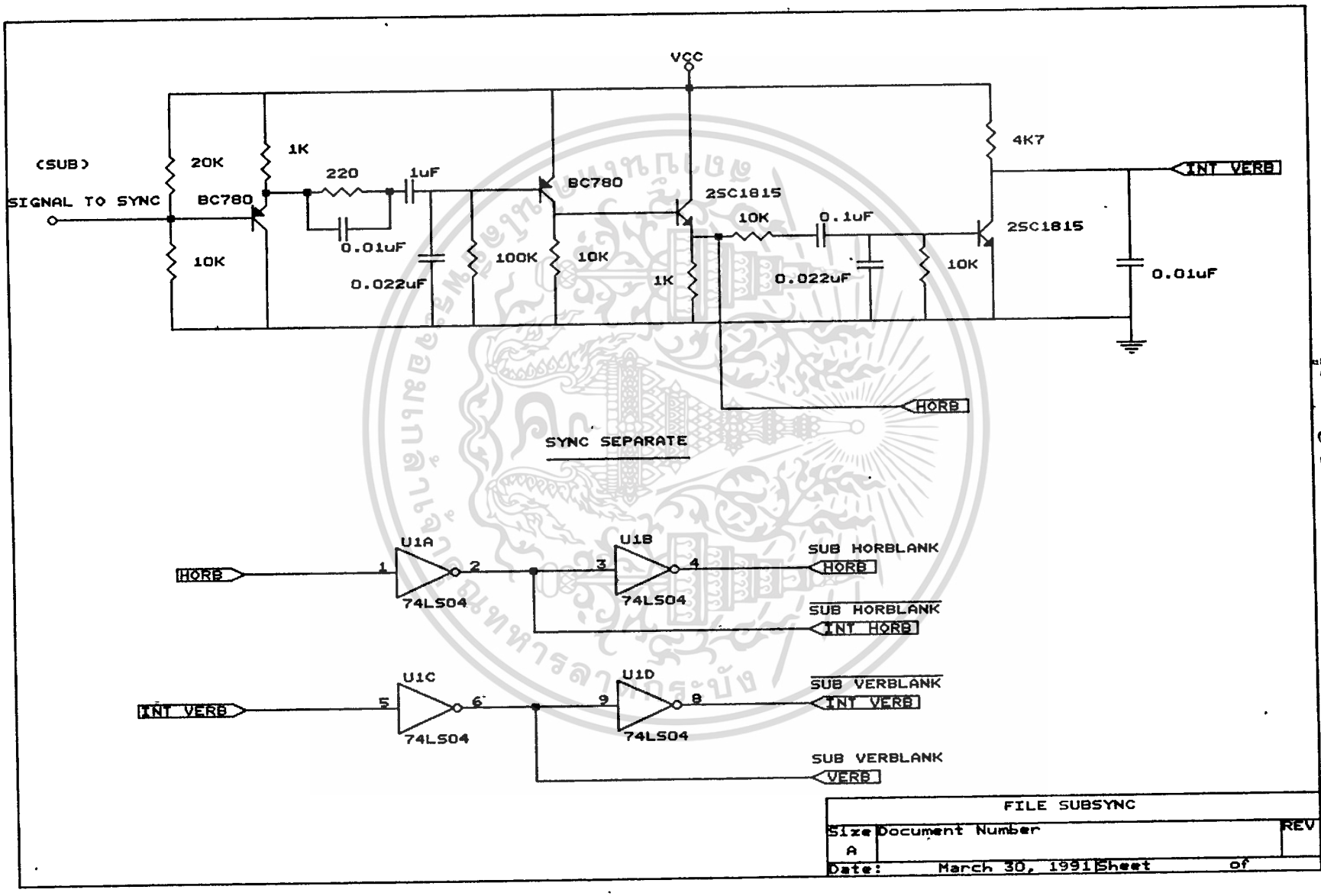
CLOCK OSCILLATOR 3fs/fs

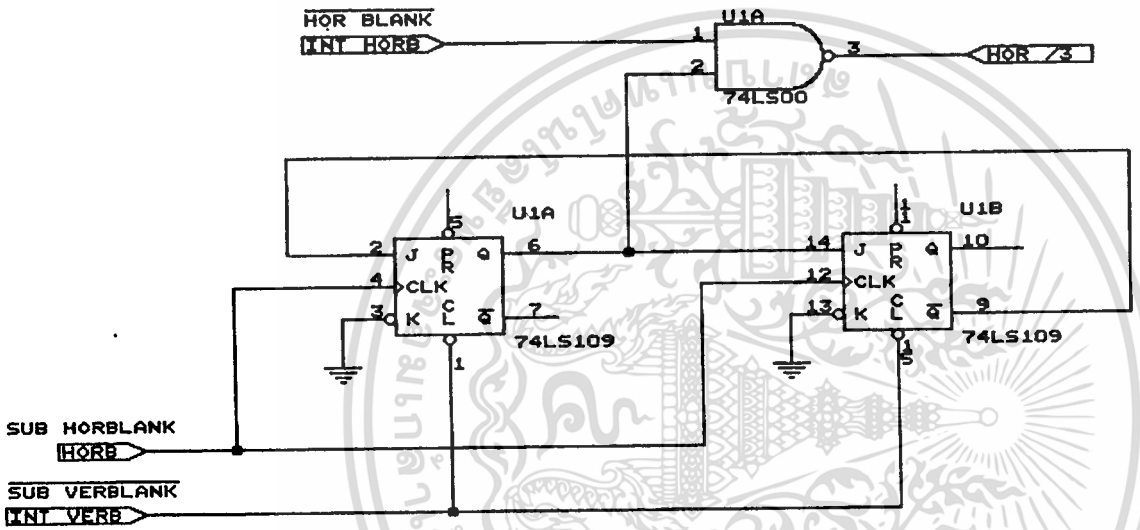
FILE OSC		
Size A	Document Number	REV
Date: April 3, 1991	Sheet of	

รูปที่ 3-4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


VCC
(SUB)
SIGNAL TO SYNC
20K
10K
BC780
1K
220
0.01uF
1uF
0.022uF
100K
BC780
10K
2SC1815
1K
10K
0.1uF
0.022uF
10K
4K7
2SC1815
0.01uF
INT VERB
HORB
SYNC SEPARATE
U1A
U1B
74LS04
HORB
SUB HORBLANK
HORB
SUB HORBLANK
INT HORB
U1C
U1D
74LS04
INT VERB
SUB VERBLANK
INT VERB
SUB VERBLANK
VERB
FILE SUBSYNC
Size A
Document Number
REV
Date: March 30, 1991
Sheet of

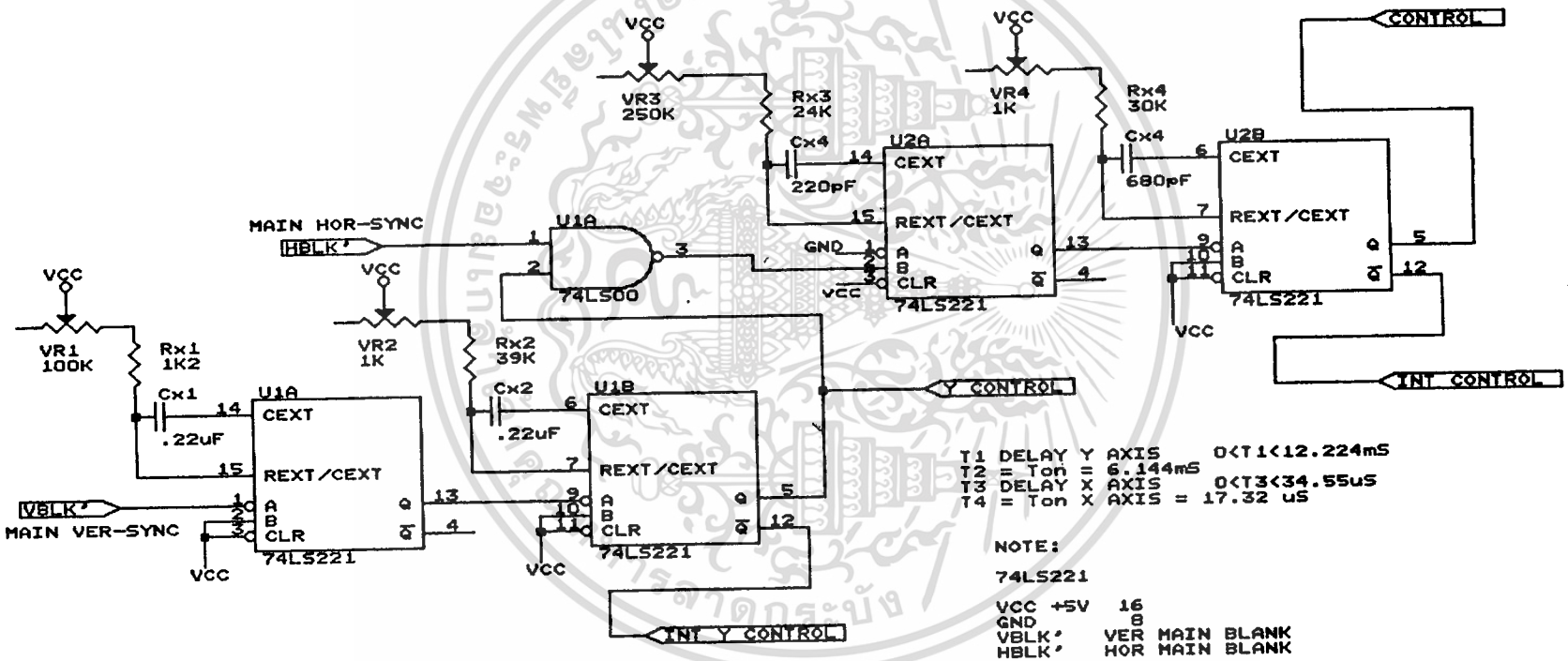


RANGE OF PICTURE TO WRITE TO MEMORY

74LS109 16 VCC
8 GND

74LS00 14 VCC
7 GND

FILE MEMWRITE		
Size A	Document Number	REV
Date: April 3, 1991	Sheet of	



T1 DELAY Y AXIS 0<T1<12.224mS
T2 = Ton = 6.144mS
T3 DELAY X AXIS 0<T3<34.55uS
T4 = Ton X AXIS = 17.32 uS

NOTE:

74LS221

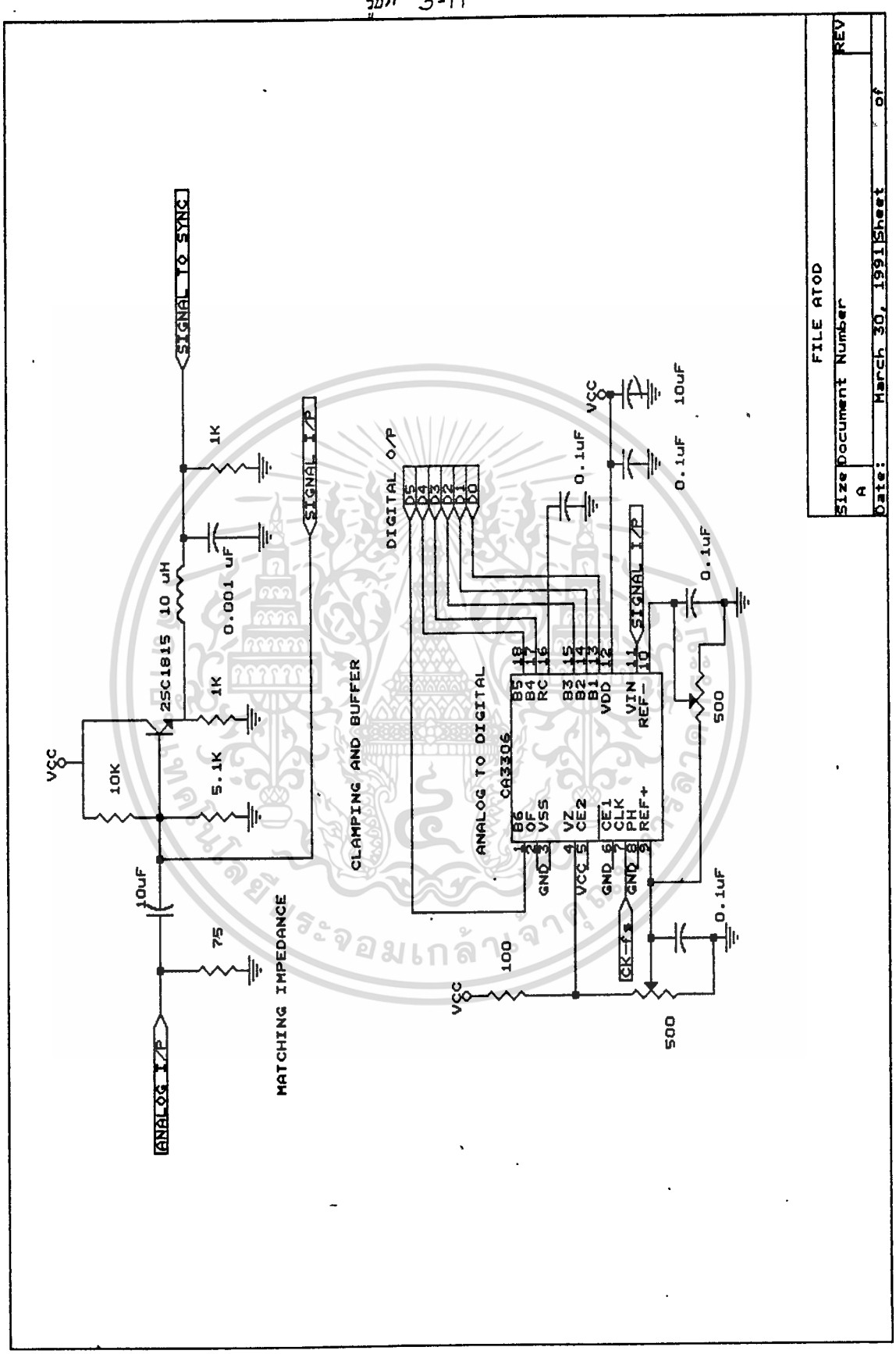
VCC +5V 16
GND 8
VBLK' VER MAIN BLANK
HBLK' HOR MAIN BLANK

74LS00 VCC +5V 14
GND 7

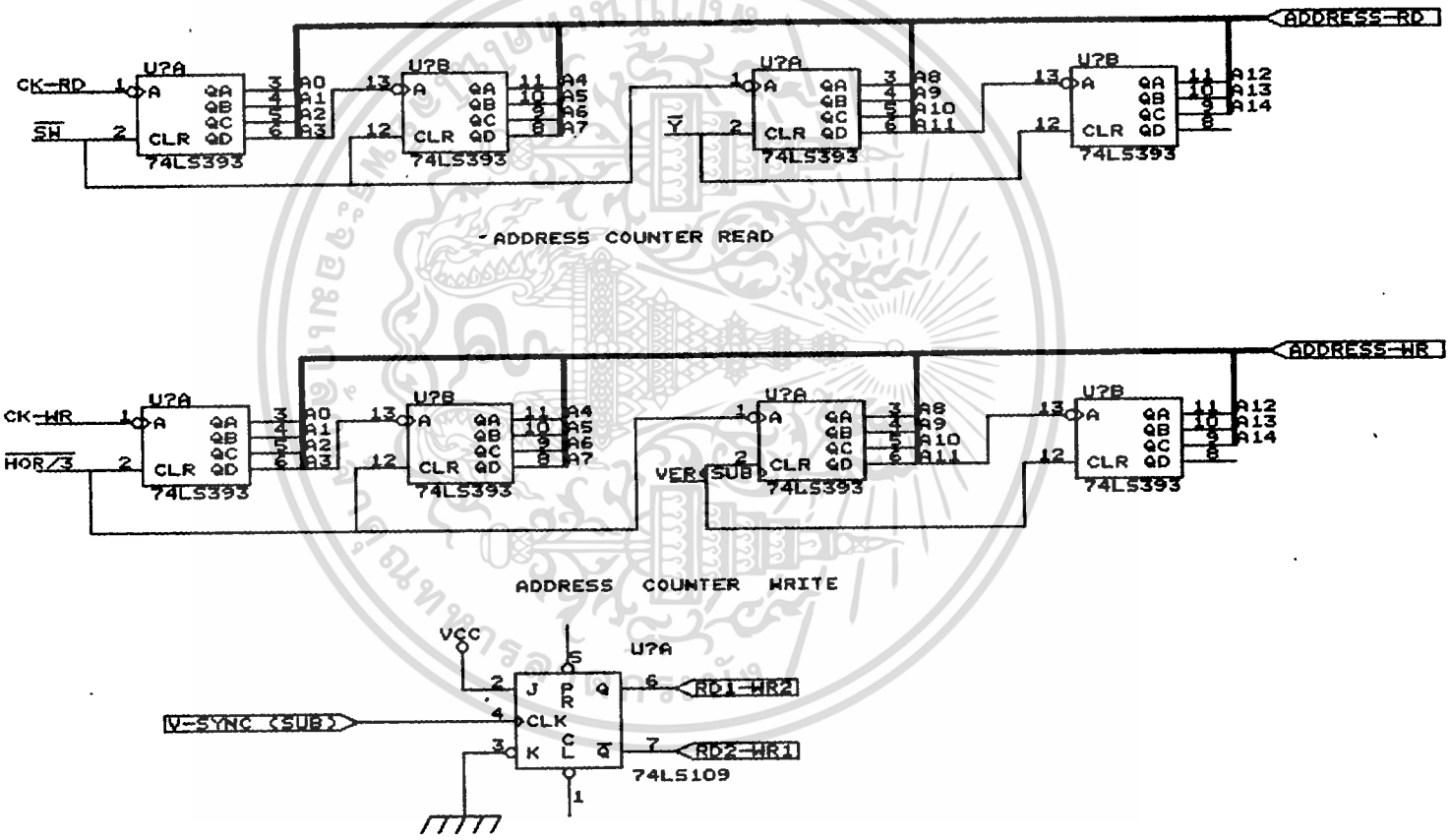
CAPACITOR ALL USED MIGA,GLASS,POLYPROPYLENE,POLYCARBONATE,POLYSTYENE EXCEPT ELECTROLYTICS

C BYPASS 0.01uF—0.1uF

FILE CONTROL		
Size A	Document Number	REV
Date: April 3, 1991	Sheet of	



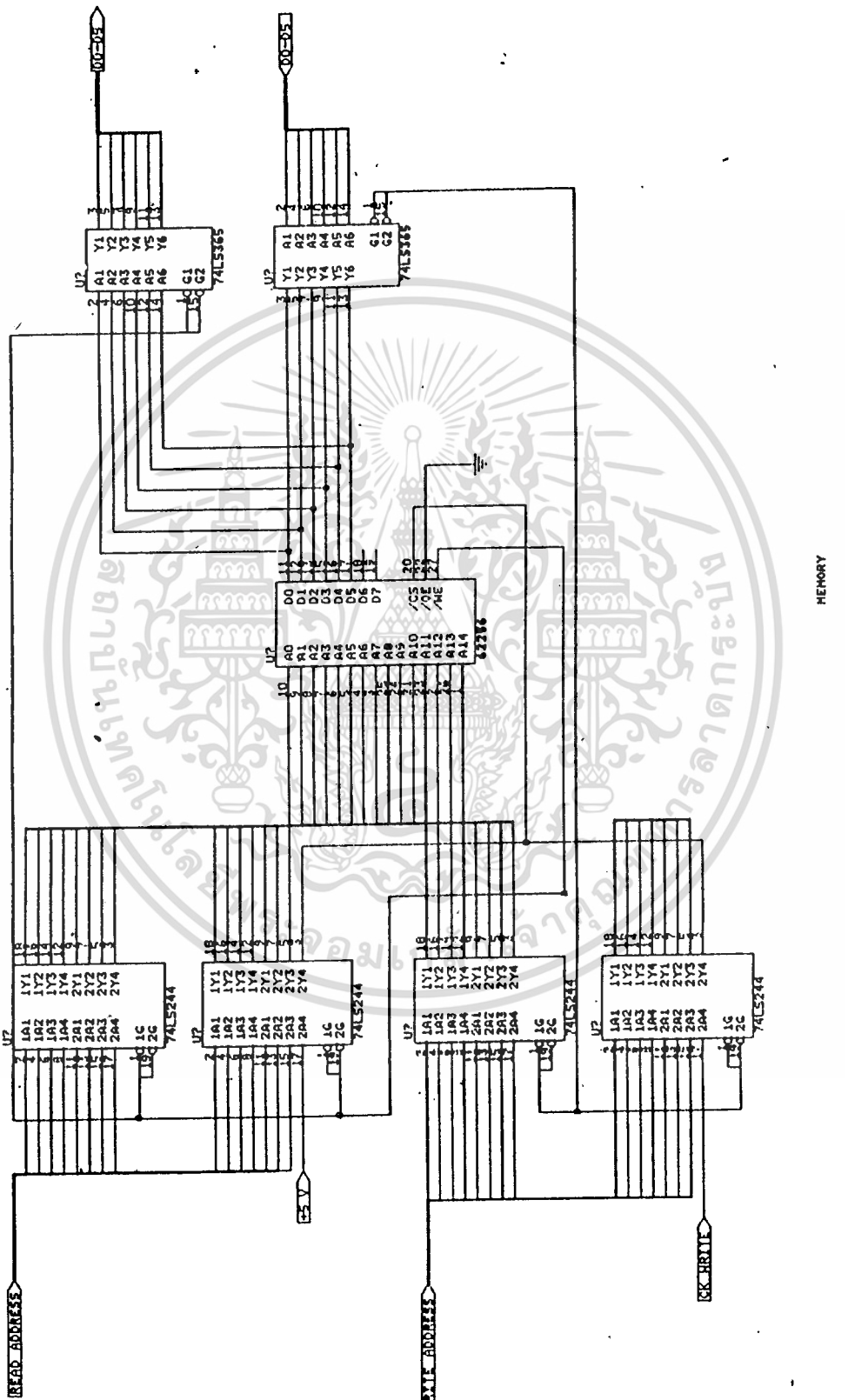
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



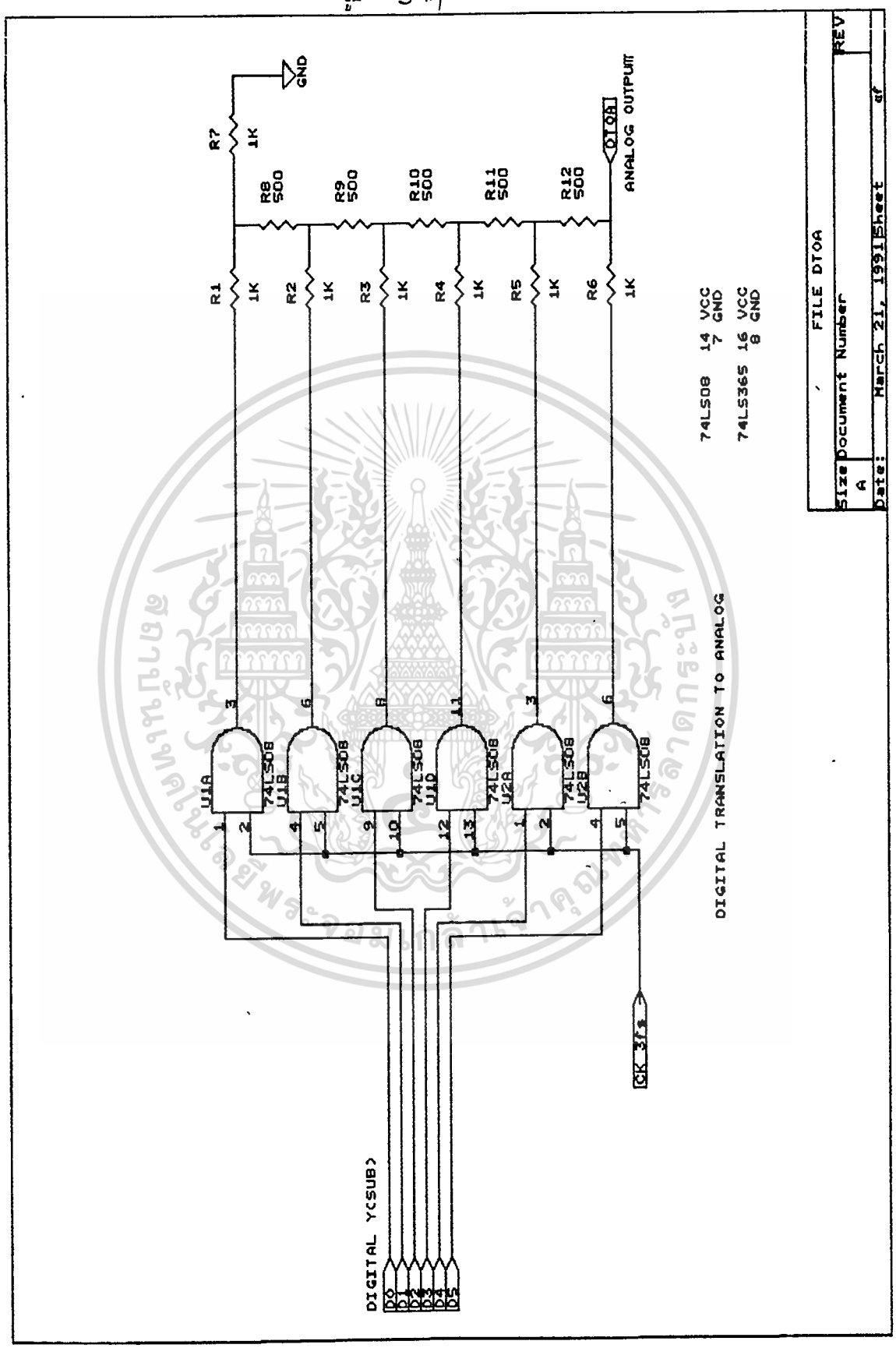
Size	Document Number	REV
A		
Date: March 21, 1991	Sheet of	

3-12

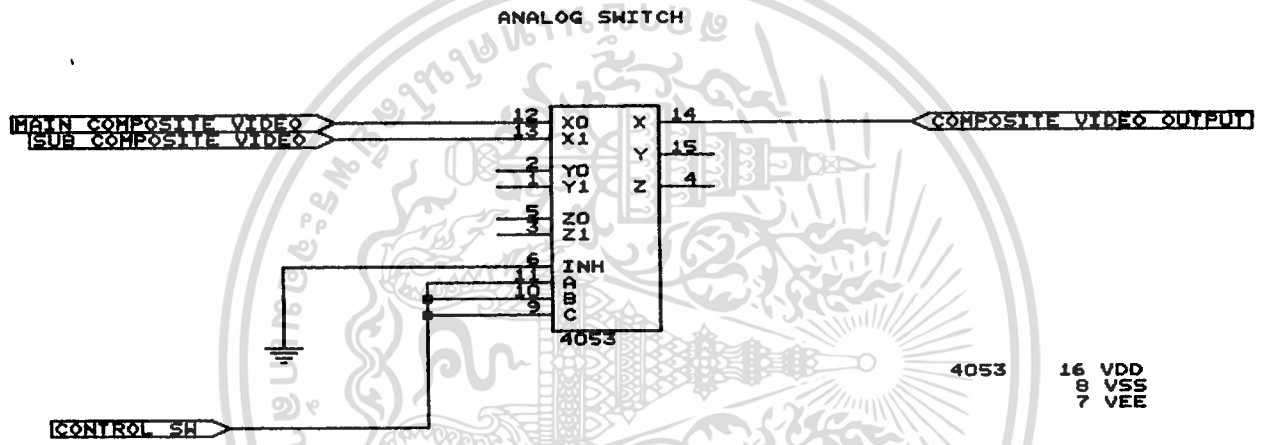
รูปที่ 3-13



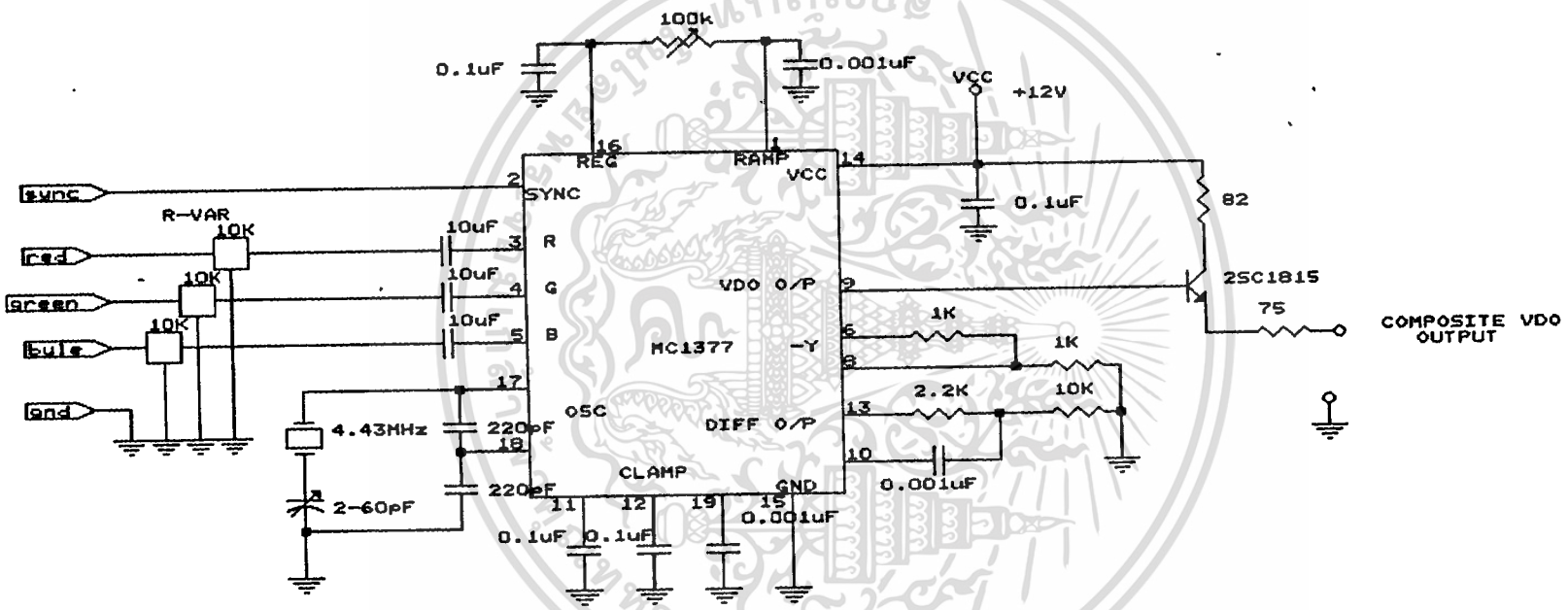
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



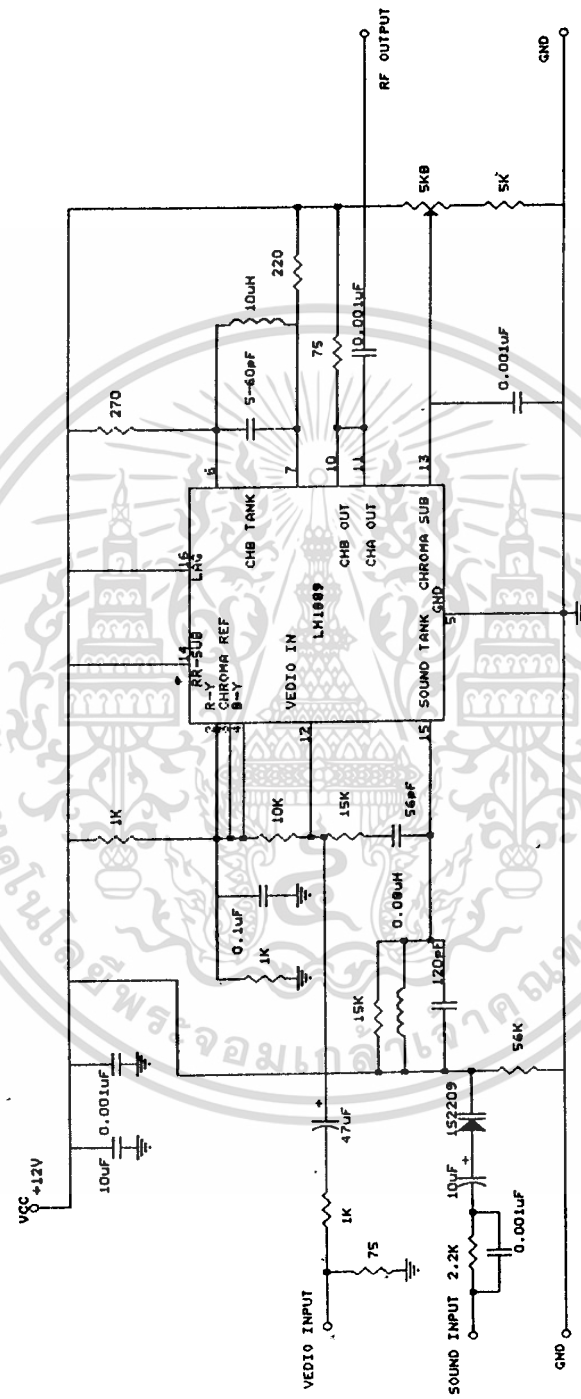
FILE SWITCH		
Size A	Document Number	REV
Date: April 3, 1991	Sheet of	



FILE RGBENCODER

Size	Document Number	REV
A		
Date: April 3, 1991	Sheet of	

3-16



FILE RF

Size Document Number REV
B

Date: April 3, 1991 Sheet of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อเราทำการศึกษาวงจรแล้ว ก็จะทำการต่อวงจรให้เรียบร้อย การทดลองผลของวงจรที่ทำการต่อก็จะสามารถที่จะแยกวงจรเป็นส่วนต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทดสอบ ให้ทราบว่าวงจรที่ทำการทดลองมีการทำงานถูกต้องตามที่ได้มีการคิดค้นในตอนต้นหรือไม่ การทดสอบสามารถที่จะกระทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ อาทิเช่น เครื่องออสซิโลสโครป (Oscilloscope) เครื่องทดสอบโลจิกอนาไลท์เซอร์ (Logic analyser) รวมถึงมิเตอร์วัดไฟ (Multi meter) เรามีการทดสอบที่สามารถแบ่งได้เป็นส่วนๆ ดังนี้

1.การทดสอบและผลการทดสอบในส่วนของวงจรออสซิเลเตอร์

Testing and The resultant of (Oscillator circuit)

เราต้องการสัญญาณคล็อกที่มีความถี่เท่ากับ 10 MHz หรือ ck-3fs กับคล็อกความถี่เท่ากับ 10/3 MHz หรือ ck-fs วิธีการเราก็จะจับสัญญาณคล็อกทั้งสองเทียบกันเอง ถ้าสัญญาณคล็อกที่ได้มีความถูกต้องจะมีรูปสัญญาณ (Wave form) ดังรูปที่ และมีความถี่อ่านได้ 10 MHz สำหรับสัญญาณคล็อก ck-3fs และความถี่ 3.33 MHz สำหรับคล็อก ck-fs ดังรูปที่ 4-1

.2.การทดสอบและผลของการทดสอบในส่วนของวงจรขยายและดีเทคชิงค์

Testing and The resultant of (Buffer and Sync seperater circuit)

เราทดสอบโดยการนำสัญญาณภาพ (Composite video) มาผ่านวงจรบัฟเฟอร์ Buffer ผลการทดลองถูกต้องจะมีรูปของสัญญาณภาพมีขนาดโวลท์เตจเท่าเดิม และในส่วนของวงจรแยกสัญญาณชิงค์ จะมีภาพของสัญญาณชิงค์ทางแนว (Horlizantal sync) และชิงค์ทางแนวตั้ง (Vertical sync) และสัญญาณชิงค์ทางแนวนอนต้องมีความถี่เท่ากับ 15625 Hz และความถี่ของสัญญาณชิงค์ทางแนวตั้งเท่ากับ 50 Hz ดังรูปที่ 4-2 และ 4-3

3.การทดสอบและผลการทดสอบของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก

Testing and The resultant of (Analog to Digital Converter) & (Digital to Analog Converter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดสอบการทำงานของวงจรทั้งสองจะทำได้โดย ต่อวงจรทั้งสองเข้าด้วยกัน ให้สัญญาณดิจิตอลทางด้านเอ๊าพุทของ วงจรแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอลทั้ง 6 บิท ต่อกับวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก และให้สัญญาณคล็อกที่มีความถี่เดียวกัน เช่น คล็อกความถี่ 10 MHz ck-3fs หรือ คล็อกความถี่ 10/3 MHz ck-fs ตัวใดก็ได้ เมื่อต่อเสร็จก็ป้อนสัญญาณภาพที่วงจร แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและให้ วัดสัญญาณที่ด้านเอ๊าพุทของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก ด้วยเครื่องสโครป์ (Oscilloscope) เปรียบเทียบทั้งสองด้าน ที่ CH1 จับสัญญาณภาพทางด้านอินพุท input และ CH2 จับสัญญาณด้านเอ๊าพุท output ผลของการวัดจะได้รูปสัญญาณที่มีความเหมือนกันทุกประการจึงจะถูกต้อง

4. การทดลองและผลการทดลองของวงจรสร้างสัญญาณการตัดต่อภาพ

Testing and The Resultant of (Control Multiplex Switch)

จากวงจรที่เราต่อให้ทำการดีเทคสัญญาณซิงค์ได้แล้ว ให้นำวงจรดังกล่าวมาใช้งานร่วมกัน ให้สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Horizontal sync) และสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (vertical sync) ที่ได้จากวงจรแยกสัญญาณซิงค์เป็นสัญญาณอินพุท ป้อนให้กับวงจรควบคุมที่จะทดสอบ ใช้เครื่องออสซิโลสโคป ที่ CH1 วัดสัญญาณ Vertical sync ในที่นี้จะเรียกว่าสัญญาณ Main verb และ CH2 ทำการวัดสัญญาณที่ผ่านโมโนสเตเบิ้ลตัวแรกจะวัดได้ผลเช่นเดียวกับภาพใน Timing Diagram คือสัญญาณ Y Delay ซึ่งสามารถปรับช่วงเวลาของสัญญาณพลัสซ์ ได้ตั้งแต่ 30 ns - 13 ms และถ้าวัดที่ผลจากเอ๊าพุทของโมโนสเตเบิ้ลตัวที่สอง จะมีสัญญาณพลัสซ์กว้าง 6.14 ms ดังรูปสัญญาณในภาพคือ สัญญาณ Y Control ส่วนอินพุท hor-sync จะเรียกว่าสัญญาณ Main horb ตามรูปจะสัญญาณหลักในการเปรียบเทียบกับผลของวงจรโมโนสเตเบิ้ลตัวที่ 3 และ 4 ที่จะให้สัญญาณพลัสซ์กว้าง 30ns - 30us ในการเลื่อนภาพทางแนวนอน ด้วรูปสัญญาณ X Delay และสัญญาณพลัสซ์จากตัวที่ 4 จะเป็นสัญญาณ Control ที่ต้องมีความกว้างของสัญญาณ 17.3 us ผลการทดสอบจะต้องเป็นไปตามรูปที่ 4-4 จึงจะถูกต้อง

5.การทดลองและผลการทดลองของวงจรหารสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนของสัญญาณรอง

Testing and The Resultant of (Sub hor-sync /3)

เราจะวัดสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Horizontal Sync) ของสัญญาณรองเป็นหลักเทียบกับผลที่ได้จากวงจรหาร 3 แล้วจะปรากฏผลดังรูปที่ 4-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองและผลการทดลองของ ระบบภาพซ้อนภาพทั้งระบบ

Testing and The Resultant of picture in picture system

เมื่อทำการติดตั้งระบบทั้งหมดดรียบร้อยแล้วเราสามารถแสดงผลของการทำงานของระบบได้ตามขั้นตอนดังนี้

1.ในรูปที่ภาพที่ 1 จะเป็นภาพโทรทัศน์ที่นำสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบ CGA (COLOUR GRAPHIC ADAPTER) ซึ่งจะผ่านวงจรแปลงสัญญาณแม่สีเป็นสัญญาณภาพ (R G B encoder) และวงจรวีดีโอมอดดูเลเตอร์ (VIDEO MODULATOR) ที่ส่งให้กับปรากฏบนจอภาพโทรทัศน์ ในที่นี้เราจะให้เป็นสัญญาณภาพหลักง (Main Video Signal)

2.ในรูปที่ภาพที่ 2 จะเป็นภาพจากเครื่องเล่นเทปวีดีโอที่ปรากฏบนจอภาพโทรทัศน์ ในที่นี้เราจะให้เป็นสัญญาณรอง (Sub Video Signal)

3.เราจะนำสัญญาณทั้งสองมาผ่านระบบภาพซ้อนภาพแล้ว จะมีผลดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 จะเห็นว่าเราสามารถที่จะเลื่อนตำแหน่งของภาพจอเล็กไปได้ทั่วจอภาพโทรทัศน์ ซึ่งแสดงการทำงานของวงจรควบคุมการตัดต่อภาพ (Control Multiplex Switch)

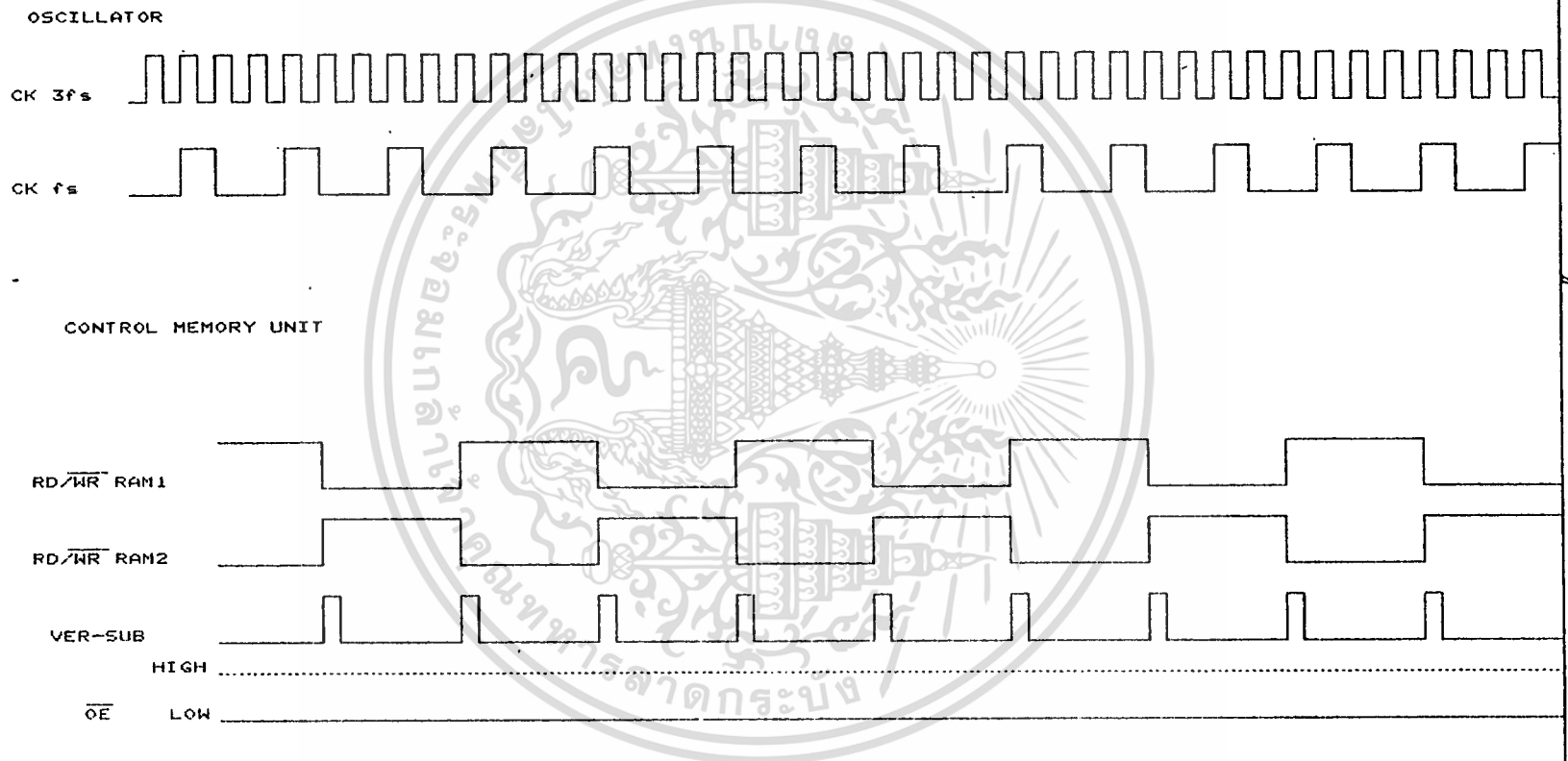
4.ภาพที่ 7 จะเป็นการดึงภาพ (Zoom) ของภาพจอเล็กที่จะแสดงถึงความคมชัดของภาพว่ามีความชัดเจนสามารถเก็บรายละเอียดต่างๆได้ครบสมบูรณ์

5.ภาพที่ 8 และภาพที่ 9 จะแสดงให้เห็นว่าในระบบนี้สามารถจะใช้งานคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณภาพหลักได้โดยปรกติ จะไม่มีผลกับระบบงานที่ใช้หรือยุ่งเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์เลย นอกจากสัญญาณภาพที่ออกจาก CGA GARD โดยปรกติจะใช้กับมอนิเตอร์ (Monitor) เท่านั้นให้สามารถใช้กับโทรทัศน์ระบบ PAL โดยไม่มีผลของความเพี้ยนสีหรือสัญญาณที่ต่างระบบกัน

6.ภาพที่ 10 ภาพที่ 11 และภาพที่ 12 จะแสดงให้เห็นตัวเครื่องที่สำเร็จการเชื่อมต่อของระบบต่างๆ และ เครื่องต้นแบบในแผงทดสอบ

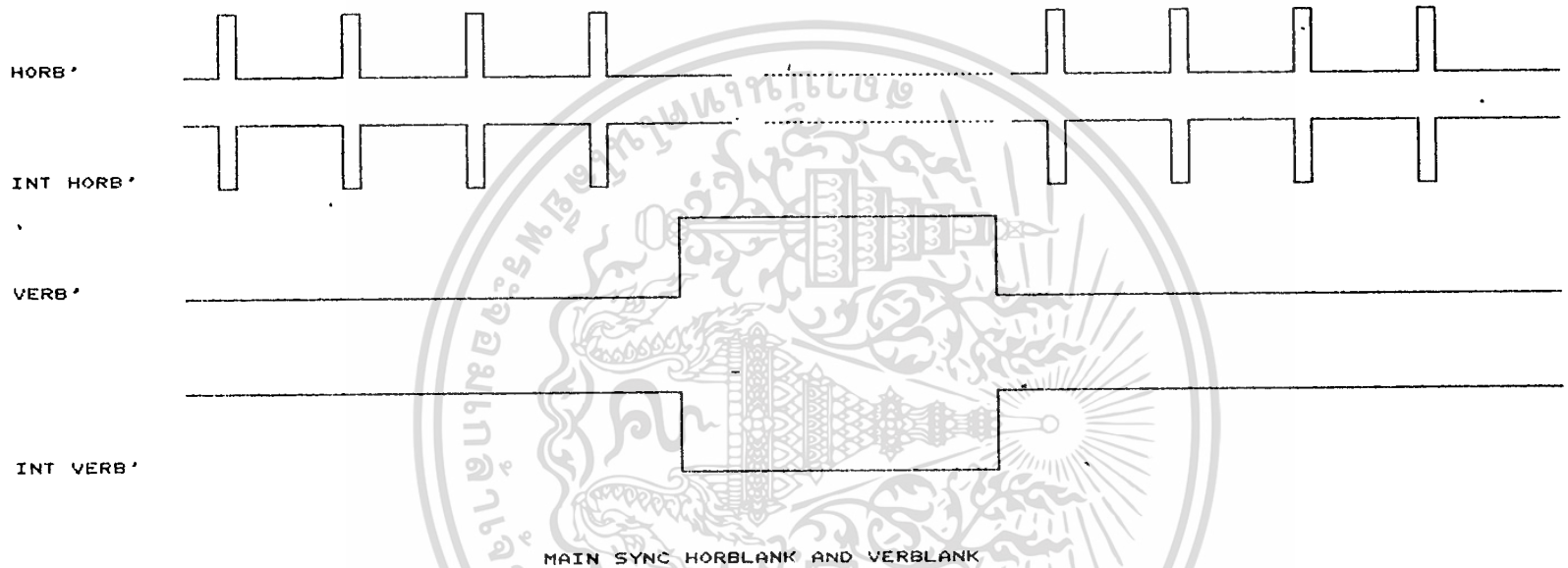
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME DIAGRAM



TIME1		
Size A	Document Number	REV
Date: March 22, 1991	Sheet of	

ภาพที่ 4-1

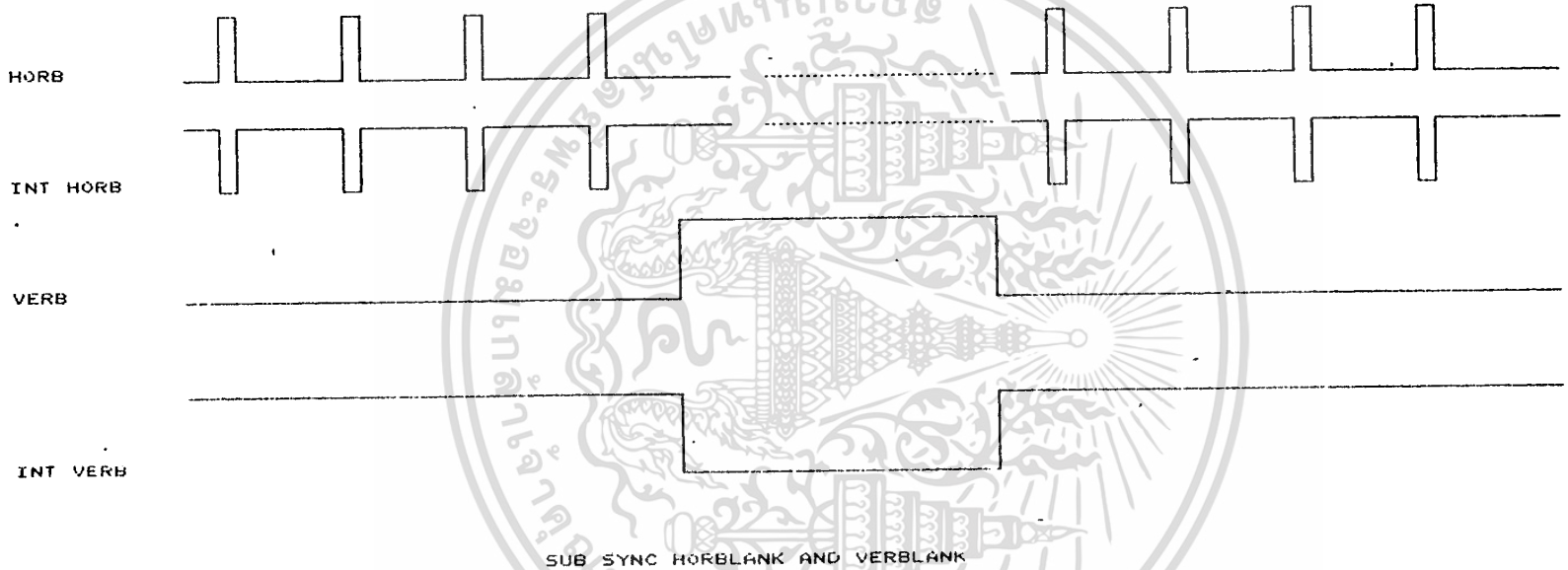


MAIN SYNC HORBLANK AND VERBLANK

ภาคผนวก A-2

FILE TIME2		
Size A	Document Number	REV
Date: August 30, 1990	Sheet of	

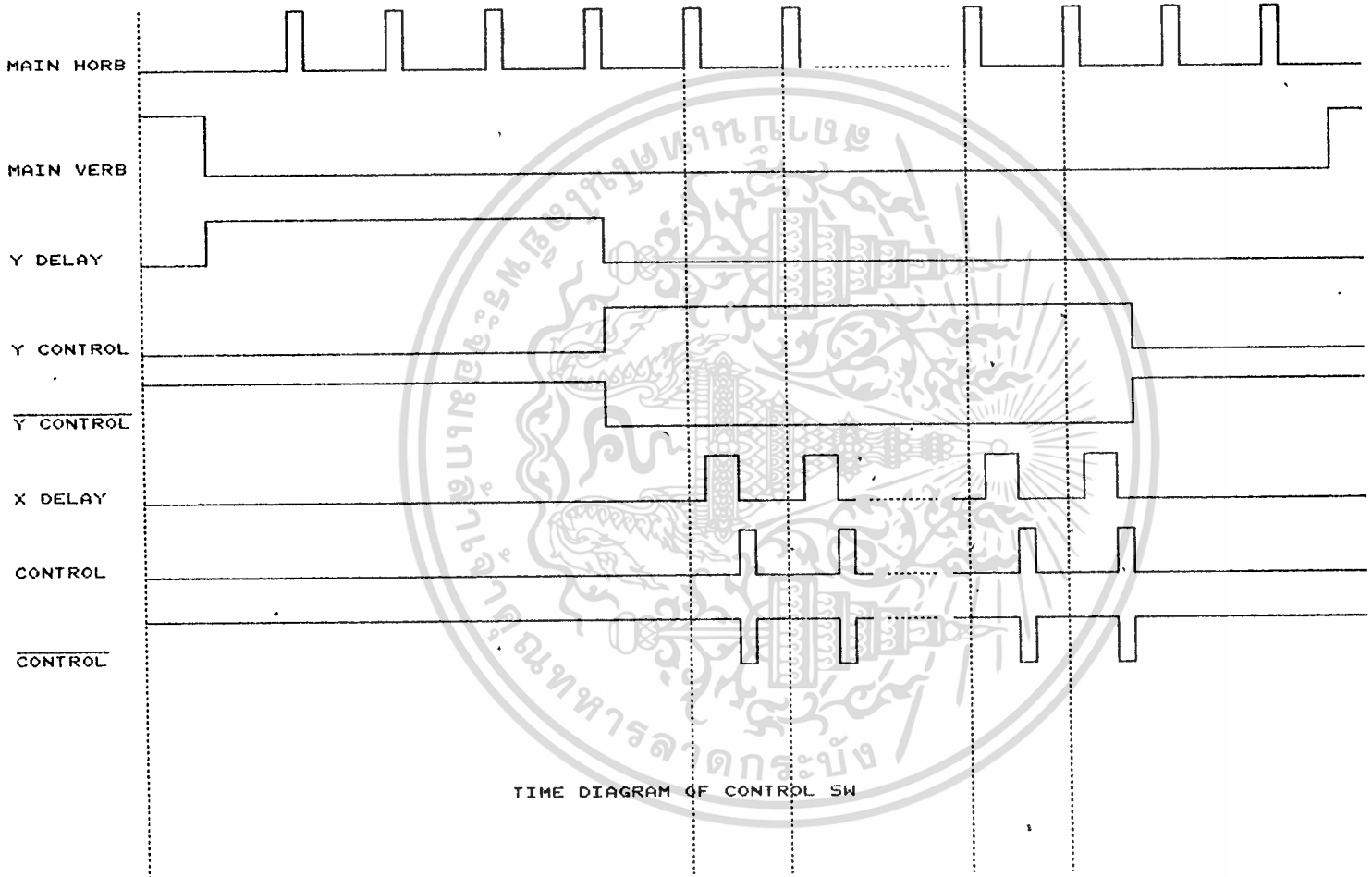
ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



SUB SYNC HORBLANK AND VERBLANK

รูปที่ 4-3

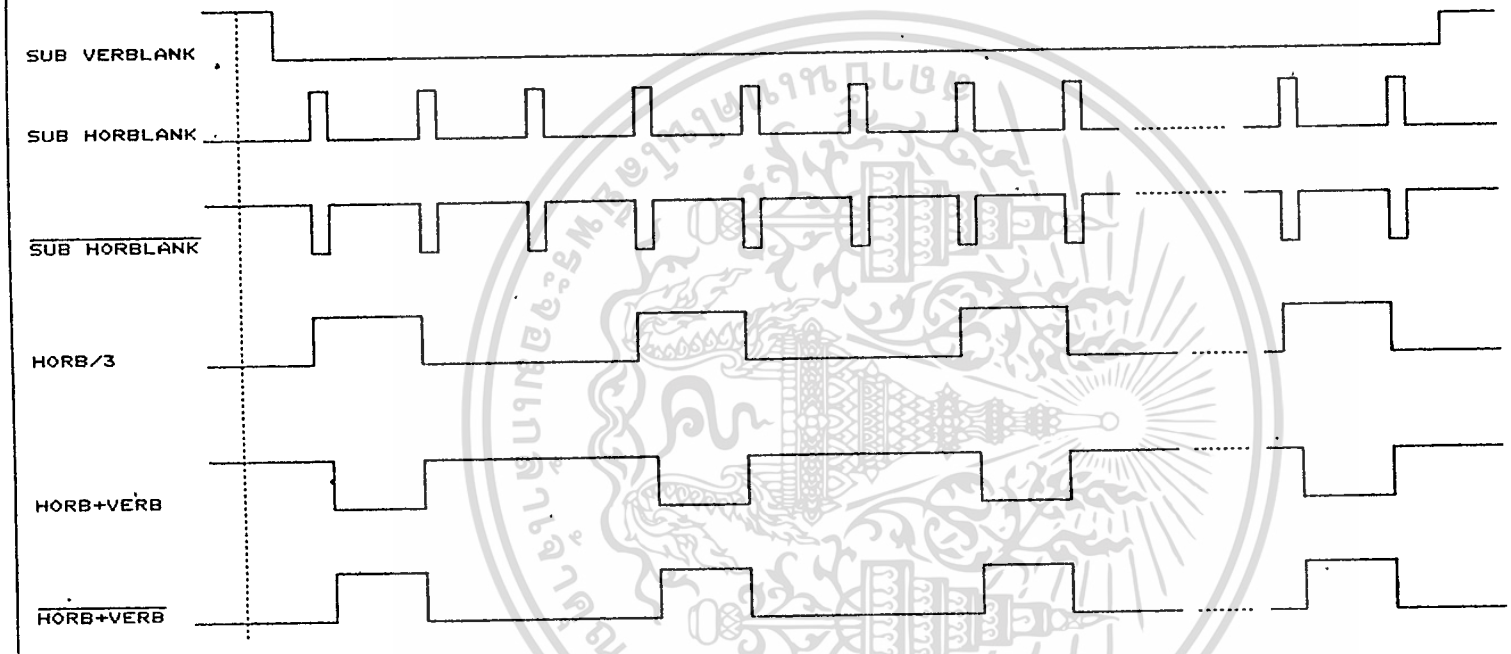
FILE TIME3		
Size: H	Document Number	REV
Date: August [illegible]	Sheet	of



TIME DIAGRAM OF CONTROL SW

FILE TIME4		
Size A	Document Number	REV
Date: August 30, 1990	Sheet of	

รูปที่ 4-4

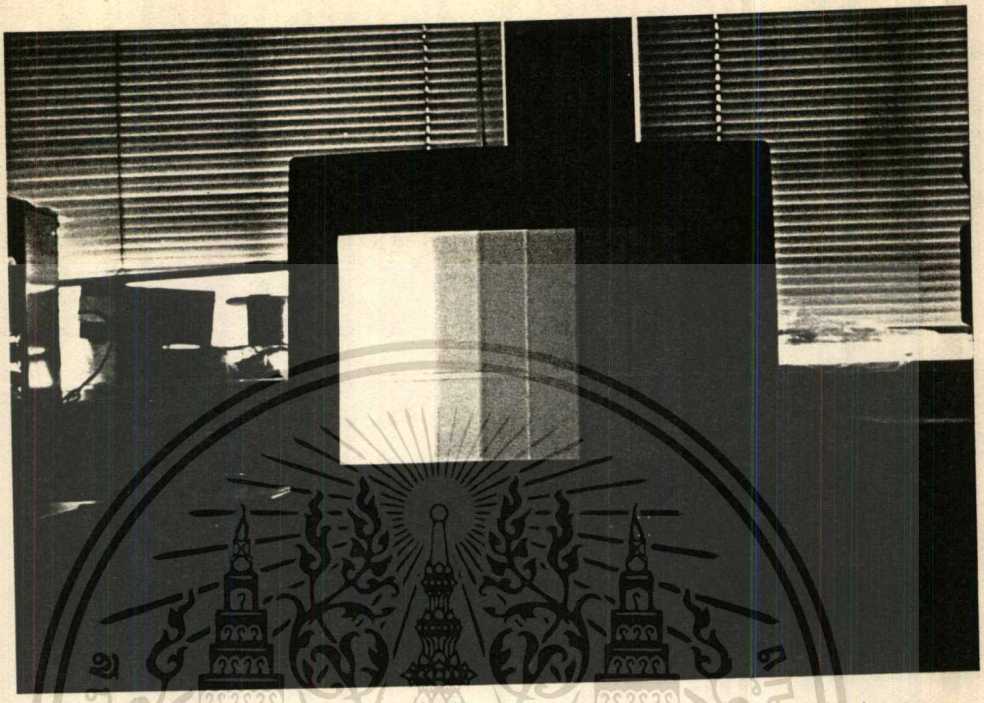


TIMEING DIAGRAM OF SUB SYNC

FILE TIMES		
Size A	Document Number	REV
Date: August 30, 1990	Sheet	of

รูปที่ 4-5

ภาพประกอบผลการทดลอง

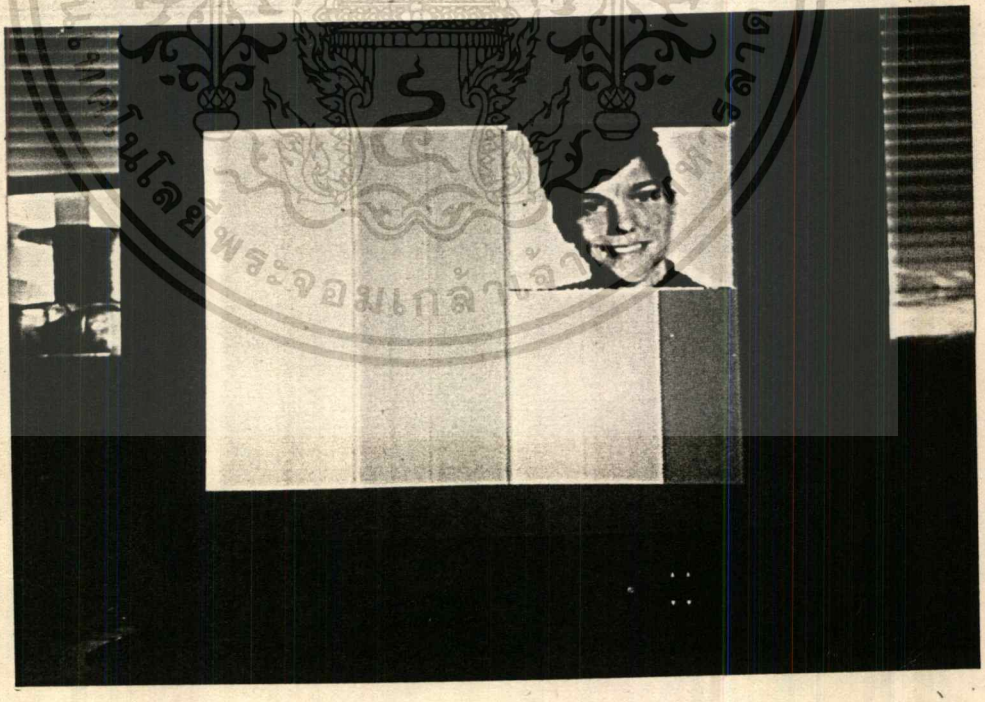


ภาพที่ 1 แสดงภาพที่นำสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณหลัก

ภาพที่ 2 แสดงภาพที่นำสัญญาณจากเครื่องเล่นวีดีโอเทปเป็นสัญญาณรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

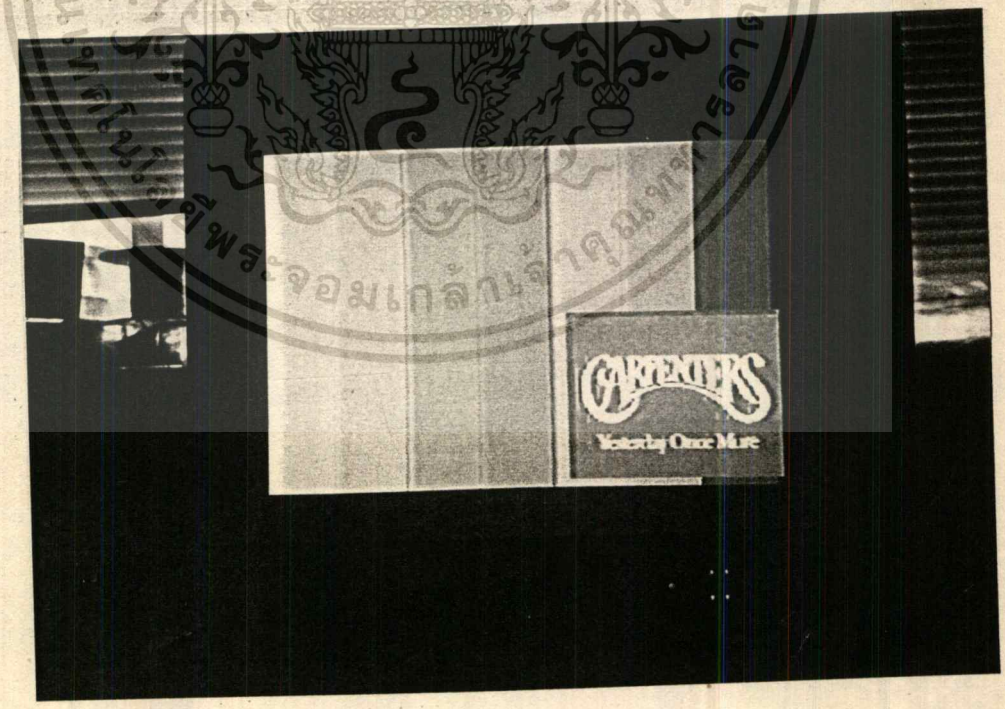
ภาพที่ 3 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ



ภาพที่ 4 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

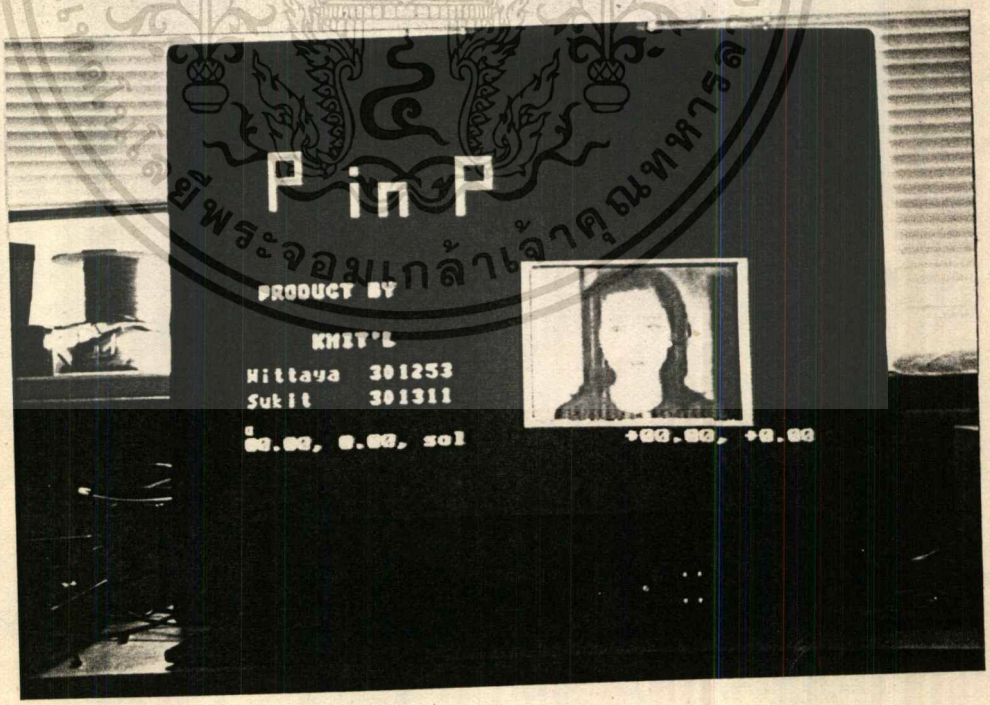
ภาพที่ 5 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ



ภาพที่ 6 แสดงการเลื่อนภาพที่ซ้อนลงในภาพหลักในตำแหน่งต่างๆ

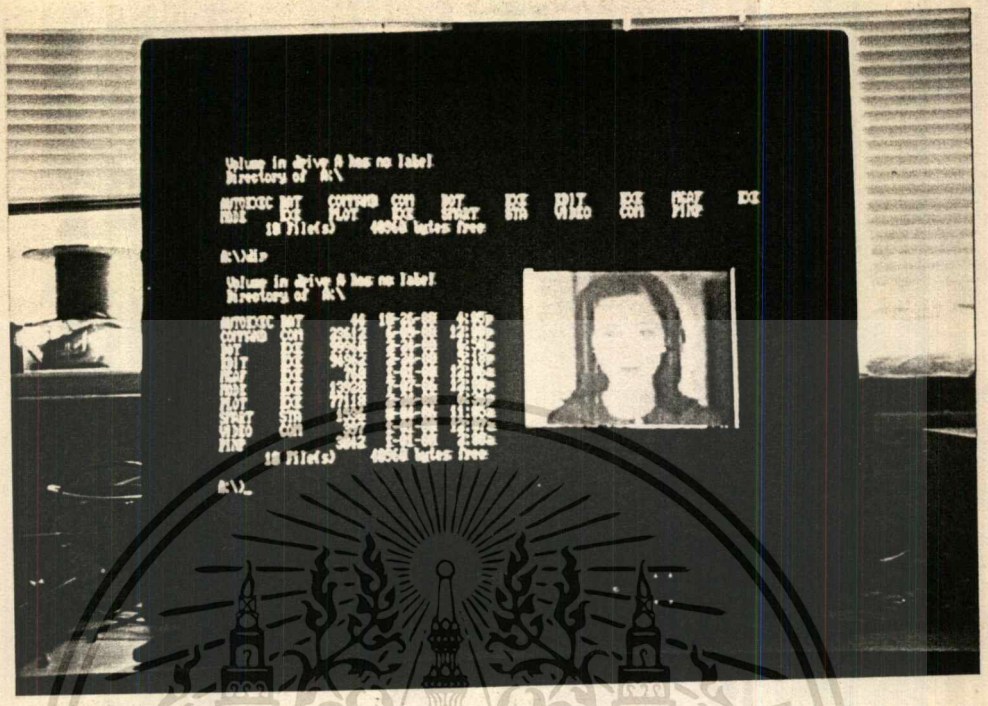
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 แสดงการดึงภาพ (ZOOM) ในระยะใกล้ให้เห็นความคมชัดของภาพเ

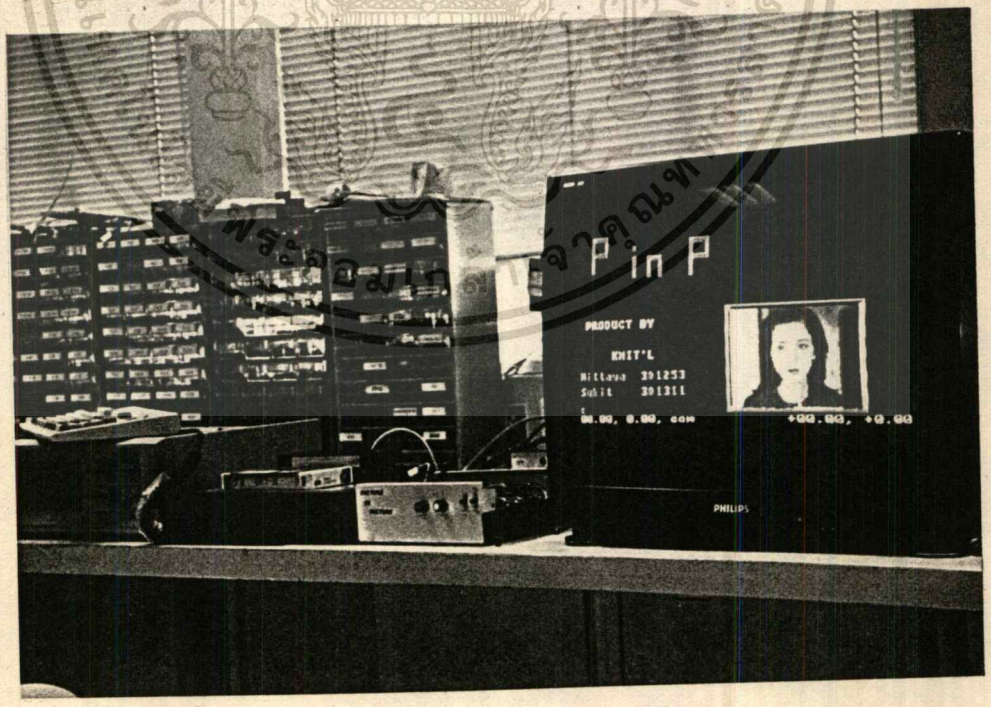


ภาพที่ 8 แสดงการใช้งานใน Soltware ต่างๆ ในสัญญาณหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

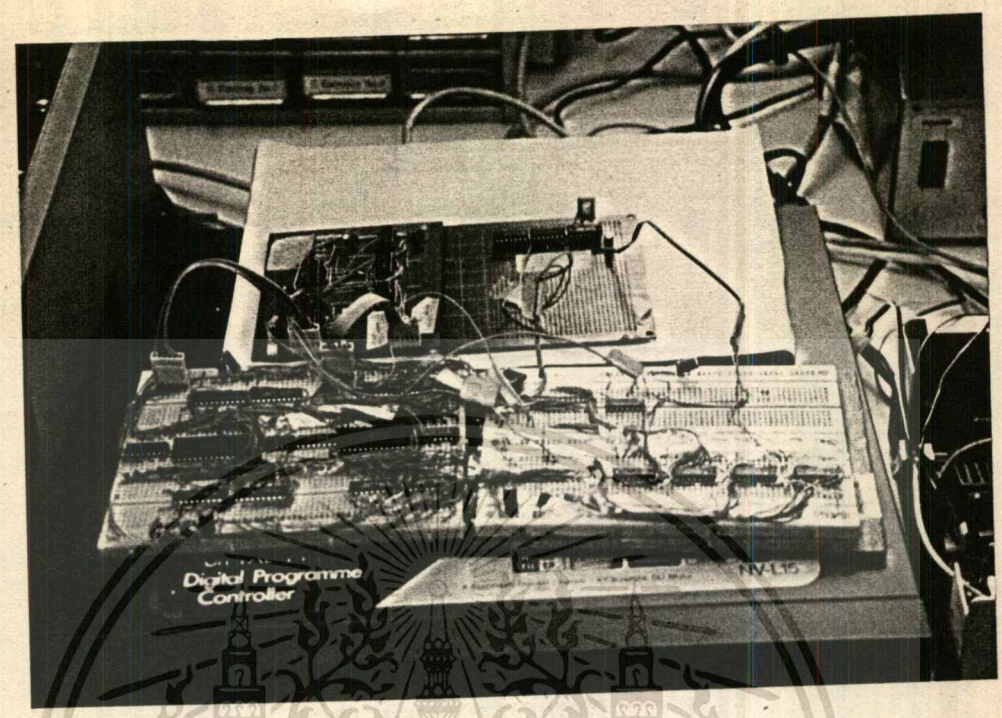


ภาพที่ 9 แสดงการใช้งานใน Soltware ต่างๆ ในสัญญาณหลัก

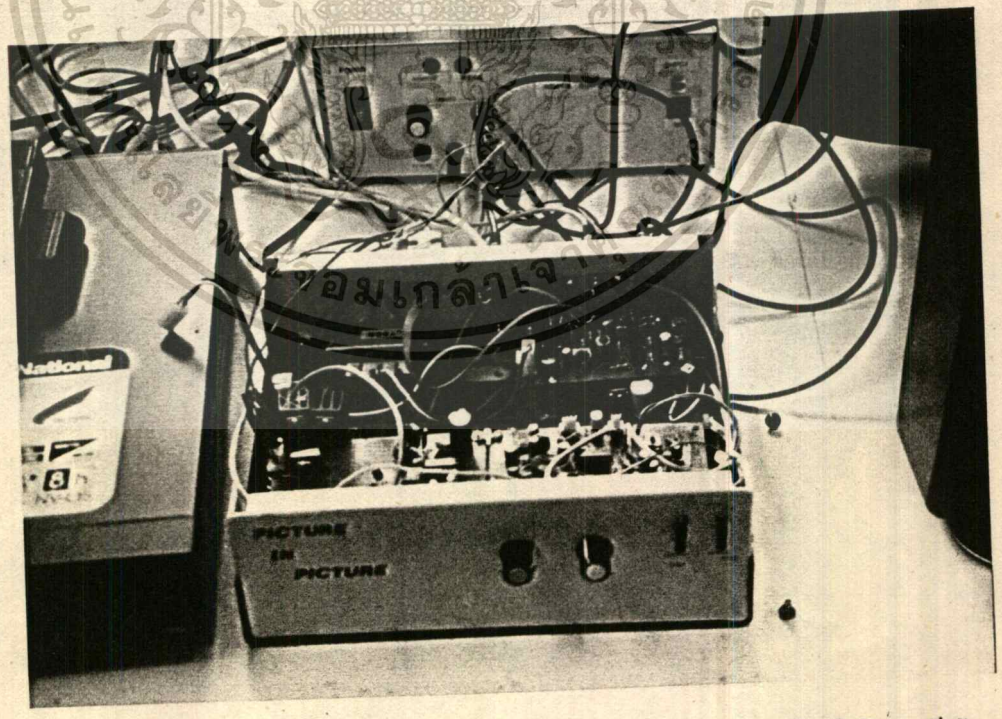


ภาพที่ 10 แสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบภาพซ้อนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงเครื่องต้นแบบที่ทดสอบในแผงวงจรทดลอง



ภาพที่ 12 แสดงเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยสามารถนำไปใช้งานได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

การทำ Project ในหัวข้อ PICTURE IN PICTURE จะสามารถพัฒนาในรุ่นต่อๆไปได้ โดยการประยุกต์สัญญาณในส่วนต่างเพิ่มเติม เช่น การทำให้ระบบภาพที่ได้รับจากสัญญาณ COMPOSITE VIDEO มาเป็นสัญญาณจาก สายอากาศแทน โดยเพิ่มส่วนของวงจร Tuner และ IF amp หรือการประยุกต์ระบบสัญญาณภาพสีให้สมบูรณ์มีความคมชัดจนสามารถเทียบเท่ากับ ระบบโทรทัศน์ที่ใช้ในปัจจุบันนอกจากนี้ยังสามารถ ใช้สัญญาณ digital ที่ได้รับจาก Memory มาทำการรวมสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถแสดงผลการทำงานที่จะเป็นในรูปของ Solfware มากกว่าทาง Hardware อันจะอำนวยความสะดวกให้กับการสร้างผลงานทางด้านการใช้งานอื่น ๆ เช่น ระบบ On screen display , Teletext ในส่วนของวงจรภาค RF ที่ทำไว้ถ้าพัฒนาได้ดีกว่านี้ก็จะสามารถ Tune carrier ให้รับสัญญาณได้ตรงกับตัวรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน และ ปริญญานิพนธ์นี้มีอาจจะสำเร็จลงได้ตามวัตถุประสงค์ถ้าขาดความร่วมมือและคำแนะนำต่าง ๆ ดังนั้นในนามของผู้จัดทำจึงต้องขอขอบคุณแก่ผู้ให้ความาร่วมมือทุกฝ่าย อาทิ อาจารย์ เพื่อน ๆที่ได้ช่วยในการให้ข้อคิดเห็น ตลอดผู้ร่วมงานในกลุ่มทุกคนที่ได้ช่วยกันแก้ปัญหา โดยเฉพาะ อาจารย์ โกศล ชวนขยัน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทุกด้าน ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง ตลอดจนจัดสรรหาอุปกรณ์และ เครื่องมือในการทดลอง และ หวังว่าความดีที่ได้จากปริญญานิพนธ์นี้ขอมอบกลับสู่ผู้ให้ความร่วมมือและให้กำลังใจทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.สมศักดิ์ เตชะเศรษฐ์ธนะ (อ.เตีย),"ทฤษฎีและปฏิบัติ VCR ระบบดิจิตอล"

2.สมศักดิ์ เตชะเศรษฐ์ธนะ (อ.เตีย),"ทฤษฎีและปฏิบัติ โทรทัศน์สีระบบ PAL"

3.ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล "วีดีโอมอดูเลเตอร์" วารสาร เซมิคอนดัคเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ ฉบับที่ 104 หน้าที่ 226-230

4.Charles E Sporch ,"LS/S/TTL

5.Philips components IC solutions with a difference

6.Linear and interface integrated circuits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้