



ดีโค๊ดเดอร์และคัลเลอ์แพทเทอ์นเจนเนอ์เรเตอ์
ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

DECODER AND PATTERN GENERATOR
CONTROLLED BY MICROCOMPUTOR



โดย

นาย ยິงยง เอื้อประภาพัตน์
นาย สมโชค กิมปาน

วัน เดือน ปี.....	1 ส.ค. 25๒๐
เลขทะเบียน.....	037102
เลขเรียกหนังสือ.....	T08195 ๒๕๒๐

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่นำไปใช้

037102

ดีโค๊ดเดอร์และคัลเลอ์แพทเทอ์นเจนเนอ์เรเตอ์
ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
DECODER AND PATTERN GENERATOR
CONTROLLED BY MICROCOMPUTOR



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ดีโค้ดเดอร์และคัลเลอ์เพทเทอร์เนจนเนอร์เรเตอร์ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ผู้จัดทำ

1. นาย ยิงยง เอื้อประภาพัตน์
2. นาย สมโชค กิมปาน



.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร. มนต์ ฉัวงรศิลป์)

ดีโด้เตอร์และคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์ควบคุม
ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

นาย ยິงยง เอื้อประภาพัฒน์

นาย สมโชค กิมปาน

รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

วิศวกรรมโทรทัศน์เป็นสาขาที่ใช้แนวคิดของการประมวลผลสัญญาณ ใน 2 มิติด้วยเหตุผลนี้จึงควรจะครอบคลุมแนวคิดพื้นฐานของระบบโทรทัศน์ และมาตรฐานการส่งสัญญาณโทรทัศน์ซึ่งจะนำมาพิจารณาถึงการประมวลผลสัญญาณสี โดยเริ่มจากพื้นฐานของสีและเทคนิคในการประมวลผลสัญญาณภาพสีซึ่งสามารถแสดงถึงความสัมพันธ์กับภาพขาวดำ (GRAY-SCALE) เทคโนโลยีทางการสื่อสารทั้งด้านภาพและเสียง เช่น โทรทัศน์ ซึ่งเป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุดประเภทหนึ่งและเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาขึ้นและถูกใช้อย่างกว้างขวางในหลายๆ สาขาในด้านการควบคุม การสื่อสารรวมทั้งการประมวลผลภาพด้วย จึงนำแนวคิดและความรู้ทางการประมวลผลภาพมาสร้างสัญญาณภาพทดสอบและใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานได้

DECODER AND PATTERN GENERATOR CONTROLLED BY MICROCOMPUTOR

MR. YINGYONG EURPRAPHAPAT

MR. SOMCHOK KIMPAN

DR.MANAS SANGWORASIL ADVISOR

1995

ABSTRACT

Television engineer is the field that would gain the most out of the concept of 2-D signal processing. For the reason, we should cover the basic concept of television systems and television transmission standard which are considered in the colour image processing. We should begin from the fundamental of colour and technique of the colour image processing that can be showed the relation with gray-scale. Cmmunication technology in voice and picture such as television which is one of the most important communication and Computer technology are developed and used widely in many kind of work control communication and image processing. We can bring the concept and knowledge of image processing to invent the colour pattern generator that can be controlled by computer in application.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปริญญาฉันทน์	1
1.2 เนื้อหาของปริญญาฉันทน์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับแสงสีและการแสดงภาพ	
2.1 การมองเห็นภาพขาวดำและภาพสี	3
2.2 การสร้างสีองค์ประกอบจากแม่สี	5
2.3 การสร้างภาพสีของเครื่องรับโทรทัศน์	6
2.4 ส่วนประกอบในภาพ	8
2.5 ระบบการส่งสัญญาณภาพ	8
2.6 การสแกนนิ่ง	10
บทที่ 3 มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์สี	
3.1 มาตรฐาน NTSC	18
3.2 การทำงานของภาค ENCODER มาตรฐาน NTSC	19
3.3 การทำงานของภาค DECODER มาตรฐาน NTSC	21
3.4 โทรทัศน์สีระบบเอ็นทีเอสซี (NTSC COLOR TV SYSTEM)	22
3.5 มาตรฐานระบบ PAL	31
3.6 การทำงานของภาค ENCODER มาตรฐาน PAL	32
3.7 การทำงานของภาค DECODER มาตรฐาน PAL	33
3.8 โทรทัศน์สีระบบพีเอแอล (PAL COLOR TV SYSTEM)	35
บทที่ 4 ทฤษฎีและหลักการของการสร้างสัญญาณแถบสี	
4.1 สัญญาณแถบสี (PATTERN GENERATOR)	48
4.2 หลักการเบื้องต้นมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณสี	63

บทที่ 5 การทำงานของวงจร RGB DECODER ระบบ NTSC	
5.1 การทำงานของวงจร RGB DECODER ระบบ NTSC	77
5.2 ผลการทดลองและสรุปผล	81
บทที่ 6 การทำงานของวงจรถ่ายสีแอมพลิฟายเออร์	
6.1 การทำงาน	88
6.2 การทดลองและผลการทดลอง	93
6.3 สรุปผลการทดลอง	98
บทที่ 7 บทสรุปผลและแนวทางการพัฒนาต่อไป	
7.1 สรุปผลการดำเนินงาน	99
7.2 แนวทางการพัฒนาต่อไป	100
ภาคผนวก ก. โปรแกรมควบคุมการทำงาน	
ภาคผนวก ข. ข้อมูลจำเพาะ (DATA SHEET)	
หนังสืออ้างอิง	

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 การแยกสีต่าง ๆ ออกจากแสงขาว	4
รูปที่ 2.2 การมองเห็นภาพขาวดำ	4
รูปที่ 2.3 การมองเห็นภาพสี	3
รูปที่ 2.4 โครงสร้างหลอดภาพ	6
รูปที่ 2.5 ขนาดของคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลงตามเวลา	8
รูปที่ 2.6 การส่งโทรทัศน์แบบขนาน	9
รูปที่ 2.7 การสแกนรูปคลื่นแบบฟันเลื่อย	11
รูปที่ 2.8 โปรเกรสซีฟสแกนนิ่ง	11
รูปที่ 2.9 แสดงการสแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้นสแกน	12
รูปที่ 2.10 รูปคลื่นแบบฟันเลื่อยของการสแกนแบบอินเตอร์ลอสต์	13
รูปที่ 2.11 รูปร่างของสัญญาณซิงค์	15
รูปที่ 2.12 รูปร่างของสัญญาณซิงค์ที่ใช้ในการส่งโทรทัศน์	16
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมภาคเอนโค้ดเดอร์มาตรฐาน NTSC	19
รูปที่ 3.2 ภาคเอนโค้ดเดอร์มาตรฐาน NTSC	21
รูปที่ 3.3 การมอดูเลตสัญญาณในโทรทัศน์ระบบ NTSC	22
รูปที่ 3.4 การทำงานของเครื่องส่งโทรทัศน์	23
รูปที่ 3.5 การทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ระบบ NTSC	24
รูปที่ 3.6 สัญญาณส่องสว่างและสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี	26
รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของความถี่คลื่นพาห้ของภาพ ความถี่คลื่นของเสียง และความถี่คัลเลอร์ซับแคเรียเออร์ในระบบโทรทัศน์สี	28
รูปที่ 3.9 สัญญาณส่องสว่างกับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ซึ่งรวมอยู่ในสัญญาณภาพรวม	29
รูปที่ 3.10 รูปร่างสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีซึ่งใช้คัลเลอร์ซับแคเรียเออร์คลื่นพาห้	29
รูปที่ 3.11 เฟสและอัมปลิจูดของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ซึ่งมีความอ้อมตัวของแสงสีประมาณ 100 %	30

รูปที่ 3.12	การทำงานของภาคเอนโค้ดเดอร์ มาตรฐานระบบ PAL	32
รูปที่ 3.13	การทำงานของภาคดีโค้ดเดอร์ มาตรฐานระบบ PAL	34
รูปที่ 3.14	คัลเลอร์โค้ดเดอร์ของโทรทัศน์ระบบ PAL	36
รูปที่ 3.15	ความสัมพันธ์ของเวกเตอร์ (R-Y),(B-Y)	39
รูปที่ 3.16	การแก้ความผิดเพี้ยนทางเฟส	39
รูปที่ 3.17	ฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นในสัญญาณส่องสว่าง	41
รูปที่ 3.18	ฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นในสัญญาณส่องสว่างและคัลเลอร์ซับแคเรียเจอร์	41
รูปที่ 3.19	คัลเลอร์เบริสค์	42
รูปที่ 3.20	แผนผังเวกเตอร์ของสัญญาณ โทรทัศน์ที่ให้ภาพสี	43
รูปที่ 3.21	เฟสคัลเลอร์เบริสค์	44
รูปที่ 3.22	การทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ระบบ PAL	45
รูปที่ 4.1	เฟสของสัญญาณสี	49
รูปที่ 4.2	แสดงถึงความสูงของแถบของสัญญาณขาว - ดำ สัญญาณสี และสัญญาณภาพรวม	53
รูปที่ 4.3	สัญญาณแถบสีที่มีความอิ่มตัว 100 %	56
รูปที่ 4.4	แสดงเฟสของสีต่างๆเส้นประ คือ เฟสของสีในระบบ PAL	58
รูปที่ 4.5	สัญญาณสีที่มีความสูง 100% ความอิ่มตัว 95%	58
รูปที่ 4.6	แสดงสัญญาณ A.M. ที่ตัดเอาคลื่นพาหะทิ้ง	66
รูปที่ 4.7	ตัวอย่างของกราดตัดเอาคลื่นพาหะทิ้งของสัญญาณ A.M.	67
รูปที่ 4.8	การรวมกันในกราฟของคลื่นไซน์ 2 คลื่นที่มีความถี่ต่างกัน	68
รูปที่ 4.9	เฟสไดอแกรมการลดการเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นมอดูเลท ในหนึ่งไซเคิล	68
รูปที่ 4.10	สัญญาณที่ถูกตัดเอาคลื่นพาหะทิ้งซึ่งสร้างจากความแตกต่างสี	70
รูปที่ 4.11	แสดงถึงการสร้างสัญญาณ Q.A.M	72
รูปที่ 4.12	สัญญาณสี Q.A.M ของสีม่วง	75
รูปที่ 4.13	สัญญาณสี Q.A.M ของสีส้ม	75
รูปที่ 4.14	สัญญาณสี Q.A.M ของสีเขียว	75
รูปที่ 5.1	วงจร RGB DECODER	82

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงถึงข้อสัญญาความแตกต่างสีทั้งสีเลขในวงเล็บแสดงข้อ และมุมในเส้นสลับ PAL	50
ตารางที่ 4.2 แสดงถึงสัญญาสีที่มีความสูง 100 และความอึมตัว 100	52
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของสัญญาสีที่มีความอึมตัว 100% ความสูง 100% เมื่อสัญญาความแตกต่างสีถูกปรับค่าแล้ว	57



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของสัญญาณอนาล็อก

ปัจจุบันการเปลี่ยนข้อมูลสัญญาณอนาล็อก (ANALOG SIGNAL) ให้เป็นข้อมูลสัญญาณดิจิทัล (DIGITAL SIGNAL) ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการเปลี่ยนข้อมูลสัญญาณอนาล็อก ที่เป็นข้อมูลภาพ (IMAGE) ให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำมาคำนวณหรือประมวลผลได้ ซึ่งได้มีการศึกษาอย่างจริงจังในวิชาการประมวลผลภาพ (IMAGE PROCESING) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เป็นต้นว่า การพัฒนาการมองเห็นของหุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม การวิเคราะห์แยกแยะชนิดของสิ่งของหรือ การจดจำลายมือเขียน การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติหรืออื่น ๆ อีกมาก ซึ่งการเรียนรู้ในสาขาวิชานี้มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความสามารถสูงและอีกหลาย ๆ อย่างประกอบกัน

ในการประมวลผลสัญญาณภาพนั้น สัญญาณภาพที่ได้จากกล้องโทรทัศน์โดยทั่วไปนั้น จะได้เป็นสัญญาณอนาล็อก (ANALOG SIGNAL) เป็นสัญญาณภาพรวม (COMPOSITE VIDEO) จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการแยกสัญญาณต่าง ๆ ออกจากสัญญาณรวมนี้ แยกออกมาเป็นสัญญาณต่าง ๆ เช่น สัญญาณสีแดง, สัญญาณสีเขียว, สัญญาณสีน้ำเงิน และสัญญาณซิงค์ (SYNC) จึงเมื่อแยกออกมาได้แล้วทำให้สะดวกหรือง่ายต่อการจะนำไปประมวลผลภาพนั้น ๆ โดยเฉพาะในเครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์สี ซึ่งจะมีสัญญาณทดสอบแถบสี (COLOR PATTERN GENERATOR) ซึ่งมีความจำเป็นที่จะทดสอบสีที่จะทำการส่งออกไปก่อน เพื่อให้ได้ภาพที่เครื่องรับมีความชัดเจน ซึ่งมีผลพวงมาจากการนำสัญญาณภาพมาประมวลผลนั่นเอง

1.2 เนื้อหาของสัญญาณอนาล็อก

บทที่ 2 กล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับแสงสีและการแสดงภาพซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากในการศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

บทที่ 3 กล่าวถึงมาตรฐานต่าง ๆ ของโทรทัศน์สีที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาถึงความแตกต่างของระบบ และนำมาตราฐานมาใช้งาน

บทที่ 4 กล่าวถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและหลักการของการสร้างแถบสีซึ่งเป็นสัญญาณที่เครื่องส่งส่งออกอากาศเพื่อทดสอบสีของภาพว่ามีความสมบูรณ์ของสัญญาณภาพเพียงใด

บทที่ 5 กล่าวถึง การทำงานของวงจรแยกสัญญาณ RGB ของระบบโทรทัศน์ NTSC ซึ่งเป็นการทดลองในการแยกเอาสัญญาณสีแดง สัญญาณสีเขียว สัญญาณสีน้ำเงิน และสัญญาณซิงค์ ออกจากสัญญาณภาพรวม

บทที่ 6 กล่าวถึง การทำงานของวงจรคัลเลอรัแพคเทอร์นเจนเนอเรเตอร์ เป็นการทดลองสร้างสัญญาณทดสอบแถบสี

บทที่ 7 กล่าวถึงการสรุปผลงานวิจัยนี้และแนวทางพัฒนาต่อไป

- ภาคผนวก ก. เป็นโปรแกรมการควบคุมการทำงานของคัลเลอรัแพคเทอร์นเจนเนอเรเตอร์
- ภาคผนวก ข. เป็นข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองวงจร RGB DECODER และวงจรคัลเลอรัแพคเทอร์นเจนเนอเรเตอร์



บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีแสงสีและการแสดงภาพในระบบโทรทัศนสี

2.1 การมองเห็นภาพขาวดำและภาพสี

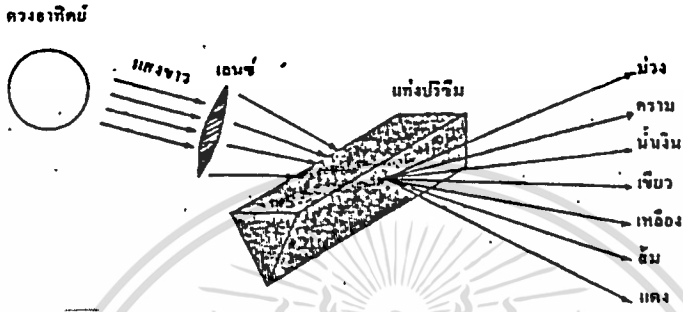
แสงขาวที่มองเห็นจากดวงอาทิตย์หรือหลอดไฟนั้นจะประกอบด้วยความถี่ต่างๆ ตั้งแต่ความยาวคลื่น 780 nm - 380 nm ผลรวมของความถี่ทั้งหมดนั้นจะทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็นแสงขาวที่ระดับความเข้มของแสงสูงสุด คือเท่ากับ 100% และมองเห็นเป็นสีเทา ถ้าปริมาณความเข้มของแสงลดลงต่ำลงเรื่อยๆ จนเห็นเป็นสีดำเมื่อไม่มีความเข้มของแสง คือไม่มีแสงปรากฏ ถ้าเอาแสงสีขาวไปส่องผ่านแท่งปริซึมซึ่งเป็นแท่งแก้วรูปทรงสี่เหลี่ยมแล้วใช้ฉากสีขาวกั้นไว้อีกด้านหนึ่งเพื่อรับแสงที่ส่องผ่านปริซึม จะมองเห็นเป็นแถบสี 7 สี ปรากฏบนฉากสีขาว โดยแถบสีบนสุดเป็นแถบสีม่วง จากนั้นแถบสีที่อยู่ต่ำถัดลงมาจะเป็นคราม, น้ำเงิน, เขียว, เหลือง, ส้ม และ แดงตามลำดับสาเหตุที่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากความถี่ของแสงแต่ละความถี่ที่ประกอบกันอยู่ในแสงสีขาวนั้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือแต่ละความถี่จะทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็นแสงสีหนึ่งสีใดโดยเฉพาะ เมื่อนำแสงสีขาวซึ่งประกอบด้วยความถี่ต่างๆ นั้นมาส่องผ่านแท่งปริซึมซึ่งเป็นตัวกลางโปร่งใสแสงสีต่างๆ ที่ผ่านแท่งปริซึมจะเกิดการหักเหไม่เท่ากัน จะได้แสงสีม่วงซึ่งมีความถี่สูงที่จะมีการหักเหมากที่สุด ดังนั้นจึงแยกออกไปปรากฏด้านบนสุดของฉากขาว เมื่อแสงสีม่วงซึ่งมีความถี่เฉพาะตัวแยกออกไปจากแสงสีอื่น พื้นที่บริเวณนั้นจึงสะท้อนแต่เฉพาะความถี่ของแสงสีม่วงเท่านั้นมาเข้าตาจึงทำให้ประสาทตาความรู้สึกมองเห็นบริเวณนั้นเป็นแสงสีม่วง ลักษณะเช่นนี้จะเหมือนแถบสีอื่นๆ ที่เรียงรายอัดกันมาจนกระทั่งถึงแถบสีแดงซึ่งอยู่ได้สุดจึงหักเหน้อยที่สุด (รูปที่ 2.1)

2.1.1 การมองเห็นภาพขาวดำ

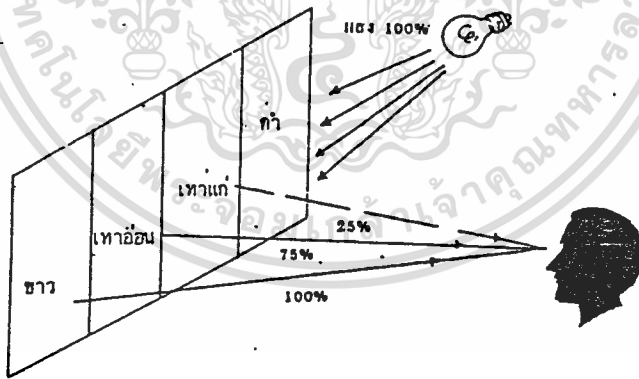
เป็นการมองเห็นภาพซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนปริมาณความเข้มของแสงขาว(แสงสีทุกสี)ที่ส่องเข้าตาบริเวณที่ส่องแสงขาวมาเข้าตาสูงสุด (ระดับความสว่าง 100%) ตาจะเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็นสีขาวส่วนบริเวณที่ความเข้มแสงลดหลั่นลงไป ก็จะมองเห็นเป็นสีเทาอ่อนและสีเทาแก่ตามลำดับจนกระทั่งบริเวณใดไม่มีแสงส่องมาตาจะมองเห็นเป็นสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นภาพขาวดำซึ่งมีทั้งส่วนขาว,เทาอ่อน,เทาแก่และดำ จะเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่พุ่งมาจากภาพในบริเวณระหว่าง 100%ถึง 0% (ดูรูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.1 แสดงการแยกสีต่างๆ ออกจากแสงขาว



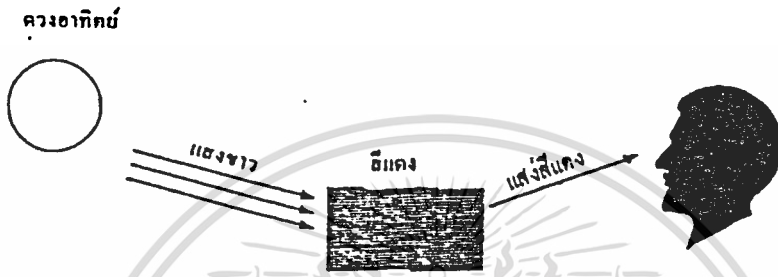
รูปที่ 2.2 การมองเห็นภาพขาวดำ

2.1.2 การมองเห็นภาพสี

การที่ตาสามารถมองเห็นแยกออกเป็นสีต่างๆ ได้นั้นเนื่องมาจาก บริเวณต่าง ๆ นั้น จะแยกสะท้อนเฉพาะแสงสีที่เรามองเห็นเท่านั้นมาเข้าตาเรา แม้ว่าแสงที่ส่องมาจากดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์จะมีผลรวมเป็นแสงสีขาว แต่เมื่อส่องกระทบไปโดนบริเวณนั้น แสงสีอื่นๆซึ่งรวมอยู่ในแสงสีขาวจะถูกดูดซึมเอาไว้จนเหลือแต่เพียงความถี่ของแสงสีที่เรามองเห็นเท่านั้นสะท้อนเข้าตา (ดูรูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 การมองเห็นภาพสี

2.2 การสร้างสีองค์ประกอบจากแม่สี

2.2.1 หลักการผสมสีทางลบ (SUBTRACTIVE MIXING)

ในการวาดรูปภาพสีธรรมชาติที่สร้างขึ้นเกิดจากการใช้แม่สี (PRIMARY COLOR) เพียง 3 สี มาผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ กันตามผู้วาดต้องการสีที่เกิดจากการผสมของแม่สี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีนํ้าเงิน ซึ่งเมื่อเอาแม่สีมาผสมกันจะเกิดเป็นสีต่างๆดังนี้

$$\text{สีแดง} + \text{สีน้ำเงิน} = \text{สีม่วง}$$

$$\text{สีน้ำเงิน} + \text{สีเหลือง} = \text{สีเขียว}$$

$$\text{สีแดง} + \text{สีน้ำเงิน} + \text{สีเหลือง} = \text{สีดำ}$$

สีองค์ประกอบที่ได้จากการผสมสีจะสามารถสร้างได้มากกว่าที่แสดงไว้ โดยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมระหว่างแม่สีทั้งสอง และเมื่อเอาแม่สีทั้งสามมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้เป็นสีดำ เนื่องจากว่าแม่สีทั้งสามดูดกลืนความถี่ของแสงสีไว้ทั้งหมดจนไม่มีแสงสะท้อนออกมาจากบริเวณนั้นเข้าตา ทำให้มองเห็นพื้นที่บริเวณนั้นเป็นสีดำ

2.2.2 หลักการผสมสีทางบวก (ADDITIVE MIXING)

ลักษณะการผสมสีทางบวกจะเป็นการผสมสีทางแสง ซึ่งใช้ในการสร้างภาพที่หน้าจอของโทรทัศน์สีซึ่งมีแม่สี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยแสงจากแม่สีทั้งสามจะเกิดการรวมตัวกัน ได้เป็นความถี่ที่เกิดจากผลรวมระหว่างแสงของแม่สีทั้งสองซึ่งมีความถี่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังนั้นเมื่อแสงนี้พุ่งเข้าตาจึงทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็นแสงสีอื่น ลักษณะการสร้างสีองค์ประกอบจากการผสมสีทางบวกได้ดังนี้

แม่สี แสงสีแดง ,แสงสีเขียว,แสงสีน้ำเงิน

การสร้างสีองค์ประกอบ

แสงสีแดง + แสงสีเขียว = แสงสีเหลือง

แสงสีเขียว + แสงสีน้ำเงิน = แสงสีเขียวน้ำเงิน(CYAN)

แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงิน = แสงสีม่วง(MAGENTA)

แสงสีแดง + แสงสีเขียว + แสงสีน้ำเงิน = แสงสีขาว

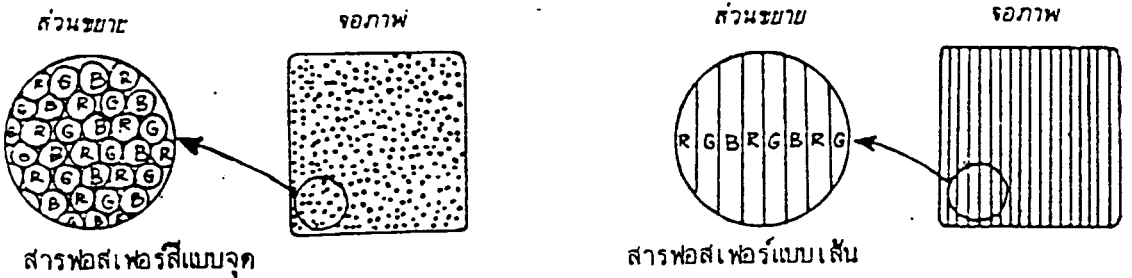
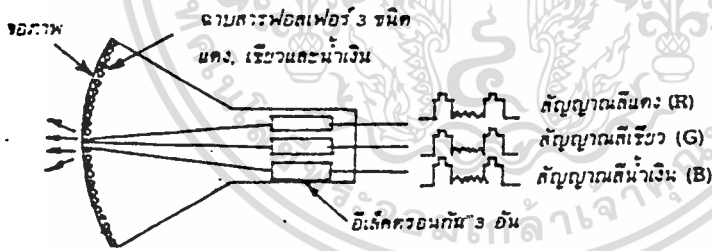
แสงสีที่เกิดจากการผสมสามารถเปลี่ยนแปลงได้เป็นแสงสีที่แตกต่างกันได้ โดยการเปลี่ยนแปลงอัตราความเข้มของแสงของแม่สี ถ้าเอาแสงของแม่สีทั้งสามมารวมกันในอัตราส่วนที่พอเหมาะ ความสว่างที่เกิดขึ้น จากการรวมตัวของแสงสีทั้งสามจะได้เป็นแสงสีขาวที่มีความเข้มของแสงสูงสุดเท่ากับผลรวมของความเข้มของแสงสีทั้งสาม

2.3 การสร้างภาพสีของเครื่องรับโทรทัศน์สี

การสร้างภาพสีของเครื่องรับโทรทัศน์นั้น เกิดขึ้นโดยการ ใช้หลอดภาพสีซึ่งมีโครงสร้างภายนอกเหมือนกับของหลอดภาพขาวดำ แต่ด้านในของจอภาพฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์ 3 ชนิด ที่มีคุณสมบัติในการเปล่งแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน ออกมาเมื่อถูกลำอิเล็กตรอนวิ่งชน ลักษณะการฉาบสารฟอสเฟอร์จะใช้วิธีฉาบเป็นจุดหรือเป็นเส้นที่เล็กมากเรียงสลับกันเต็มหน้าจอเนื่องจากสารฟอสเฟอร์มี 3 ชนิดดังนั้นจึงต้องใช้อิเล็กตรอนกันถึงสามอันเพื่อยิงแยกลำอิเล็กตรอนแต่ละลำให้ไปชนสารฟอสเฟอร์แต่ละสีโดยจะตั้งอิเล็กตรอนกันแต่ละอันให้ไปยิงชนแต่สีหนึ่งสีใดโดยเฉพาะ

หลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์นั้นก็จะต้องสร้างแสงให้เกิดขึ้นที่หน้าจอเช่นเดียวกับหลอดภาพโทรทัศน์ขาวดำโดยมีวงจรไบอัสจ่ายแรงดันให้กับชิ้นส่วนต่างๆที่อยู่

ในอิลีคตรอนกันทั้งสาม เพื่อให้ยังอิลีคตรอนกันไปชนจอ โดยปรับระดับไบอัสเพื่อทำให้ปริมาณลำอิลีคตรอนทั้งสามที่ยิงไปชนจอพร้อมๆ กันนั้นสร้างแสงขาวให้ปรากฏขึ้นที่หน้าจอ โดยมีระดับความสว่างประมาณ 50% ขณะที่ยังไม่มีสัญญาณป้อนเข้ามาที่อิลีคตรอนกันลำอิลีคตรอนทั้งสามจะถูกเบี่ยงเบน โดยสนามแม่เหล็กจากขดเบี่ยงเบนทางแนวนอนและทางแนวตั้ง เพื่อทำให้เกิดการสร้างแสงขึ้นเต็มจอ สัญญาณที่ส่งมาจากสถานีส่งเพื่อป้อนให้อิลีคตรอนทั้งสามนั้นจะต้องมี 3 สัญญาณ คือ สัญญาณสีแดงป้อนให้อิลีคตรอนกันสีแดง เพื่อสร้างแสงสีแดงและสัญญาณสีเขียวกับสีน้ำเงินป้อนให้อิลีคตรอนกันสีเขียวและสีน้ำเงินเพื่อสร้างแสงสีเขียวและน้ำเงิน สัญญาณทั้งสามจะป้อนเข้าไปเพื่อทำให้ลำอิลีคตรอนกันแต่ละอันเปลี่ยนแปลงปริมาณอิลีคตรอนที่ยิงไปชนจอ เป็นการสร้างสีต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นบนจอตามต้องการสำหรับการสร้างภาพขาวดำ หลอดภาพจะได้รับสัญญาณพร้อมกัน 3 สัญญาณทำให้อิลีคตรอนกันทั้งสามเปลี่ยนแปลงลำอิลีคตรอนที่ยิงไปชนจออย่างเป็นสัดส่วนกัน เกิดการสร้างภาพที่เป็นสีขาว เทาอ่อน เทาแก่และดำขึ้นที่หน้าจอตามลำดับ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างหลอดภาพ

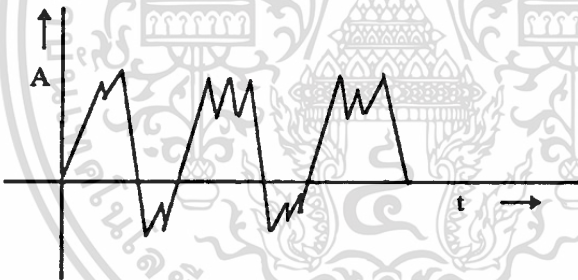
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ส่วนประกอบในภาพ

ภาพที่เรามองเห็นที่จะประกอบด้วยจุดเล็กๆจำนวนมากมายซึ่งเราเรียกว่าพิกเจอร์-อีเลเมนต์ (Picture element) ในระบบโทรทัศน์และระบบการถ่ายรูปพิกเจอร์อีเลเมนต์เหล่านี้ เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ซึ่งทำให้เกิดขึ้นโดยเส้นแนวนอนและแนวตั้ง จะแบ่งภาพออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีความสว่างไม่เท่ากันภาพโทรทัศน์ที่เรามองเห็นจะประกอบไปด้วยพิกเจอร์อีเลเมนต์จำนวนมากมายคล้าย ๆ กับรูปถ่ายของหนังสือพิมพ์ ซึ่งประกอบด้วยจุดเล็ก ๆ มากมาย ภาพของหนังสือพิมพ์ต่าง ๆ จากภาพโทรทัศน์ตรงที่เป็นจุดค้ำบนกระดาษขาวแต่ละจุดเป็นสีดำเท่ากันตลอด แต่ละขนาดแต่ละจุดไม่เท่ากัน

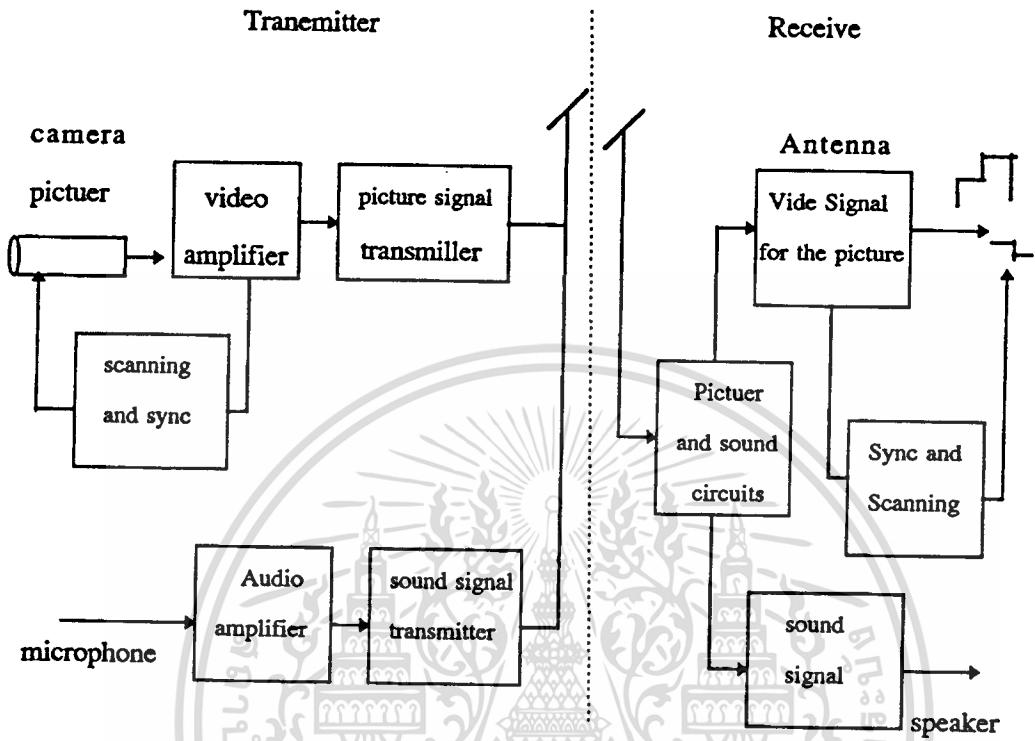
2.5 ระบบการส่งสัญญาณภาพ

ระบบการส่งโดยทั่วไปแล้วคลื่นเสียงสามารถแทนด้วยคลื่นคังแสดงในรูปที่ 2.5 จะเห็นว่าทางด้านแนวนอนแทนด้วยเวลาและทางแนวตั้งแทนขนาดของคลื่นเสียง



รูปที่ 2.5 ขนาดของคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลงตามเวลา

เนื่องจากแรงดันของเสียงจะเปลี่ยนไปตามเวลาเท่านั้นจึงสามารถเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าได้โดยตรง และสามารถนำไปผสมกับคลื่นพาห์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งออกไปในอากาศได้ง่าย แต่ในระบบโทรทัศน์พิกเจอร์อีเลเมนต์ซึ่งประกอบเป็นภาพโทรทัศน์จะกระจายอยู่ทั่วไป พิกเจอร์อีเลเมนต์เหล่านี้ ไม่สามารถจะนำพาห์ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพียงคลื่นเดียวในเวลาเดียวกันได้ เพราะว่าพิกเจอร์อีเลเมนต์แต่ละตัวเปลี่ยนความสว่างจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งอย่างรวดเร็วมาก ดังนั้นสัญญาณภาพจึงต้องส่งไปโดยระบบที่เรียกว่า (Scanning) ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การส่งโทรทัศน์แบบขนาน

จากรูปที่ 2.6 ภาพจะถูกแบ่งออกเป็นเส้นขนานหลาย ๆ เส้น ความสว่างของพิกเจอร์อิเล็กเมนต์แต่ละจุดจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าในลักษณะเช่นเดียวกับการพิมพ์หนังสือด้วยพิมพ์ดีดจากด้านซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างนั่นเอง สัญญาณเหล่านี้จะถูกนำพาด้วยระบบการส่งออกอากาศที่ด้านส่งด้วยความเร็วสูง ภาพก็จะปรากฏขึ้นได้

นี่ก็คือหน้าที่ของสแกนการที่ภาพถูกแบ่งออกเป็นจุดเล็ก ๆ เป็นระเบียบทางด้านส่งและจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ที่ด้านรับก็เป็นหน้าที่ของซิงโครไนเซชัน (Synchronization) แต่ก็มีปัญหายุ่งยากอีกอันหนึ่งคือ เราจำเป็นต้องส่งจำนวนภาพต่อวินาทีให้มากที่สุด คือ ประมาณ 16 ภาพต่อวินาที ขึ้นไป จึงจะทำให้สายตาของเรามองเห็นว่าวัตถุเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่อง

2.6 การสแกนนิ่ง (Scanning)

หน้าที่ของการสแกนก็เพื่อที่จะเลือกพิกเจอร์อีเลเมนต์ของภาพที่ชัดเจนบนฉากมาเรียงตามลำดับเพื่อทำการส่งและสร้างขึ้นมาใหม่ทางด้านรับ ให้ตรงกับด้านส่ง การสแกนหมายถึงจำนวนเส้นของการสแกนต่อหนึ่งภาพและจำนวนภาพที่ส่งออกไปต่อวินาที ถ้าเราส่งจำนวนสแกนต่อวินาทีมากมายเท่าไร การกระทบของภาพก็จะลดลงเท่านั้น ยิ่งเพิ่มจำนวนเส้นในการสแกนก็ยิ่งจะได้ภาพที่ละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น

ให้จำนวนของพิกเจอร์อีเลเมนต์ = N

ให้จำนวนเส้นในการสแกน = n

ความสูงของภาพ = h

ความกว้างของภาพ = b

จะหาความสัมพันธ์ได้ว่า

$$N = (b/h) * n^2 \quad \text{.....(1.1)}$$

b/h คือ อัสเปคท์เรโซ (aspect ratio) ซึ่งมีค่า = $4/3$

จะเห็นว่าความชัดเจนของภาพจะขึ้นอยู่กับจำนวนพิกเจอร์อีเลเมนต์ N ให้ความถี่ของการสแกนในแนวตั้ง F_v เท่ากับจำนวนภาพ/วินาที ฉะนั้นความถี่ในการสแกนแนวนอน F_h เท่ากับจำนวนภาพต่อวินาทีคูณด้วยจำนวนเส้นสแกนโทรทัศน์ระบบ CCIR นั้น จะมีจำนวนเส้นในการสแกนเท่ากับ 625 เส้นต่อหนึ่งภาพ และมีจำนวนภาพ/วินาทีเท่ากับ 25 ฉะนั้นเราสามารถหาความถี่ในการสแกนในแนวนอนจะได้

$$F_h = 25 \times 625 = 15,625 \text{ Hz}$$

และ

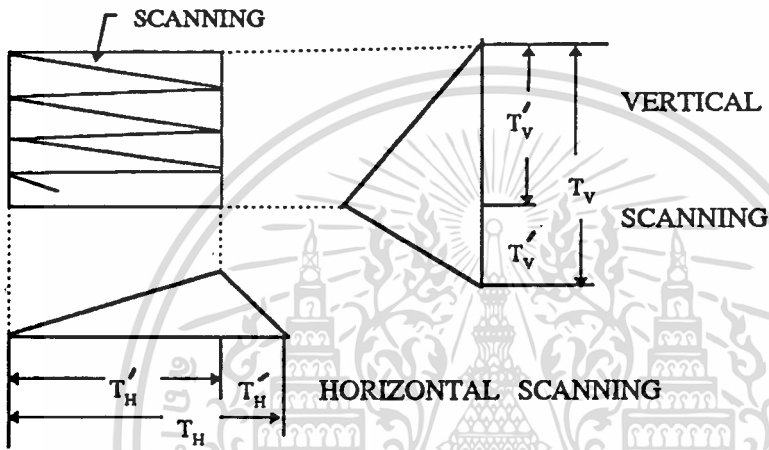
$$N = F_h/F_v = 15625/25 = 625 \text{ เส้น}$$

การสแกนอาศัยรูปคลื่นแบบฟันเลื่อยดังแสดงในรูป 2.7

จากรูปที่ 2.7 จะเห็นว่า การสแกนจะกระทำไปพร้อม ๆ กัน ทางแนวนอนและแนวตั้ง โดยที่ความถี่ในการสแกนต่างกัน แต่ขนาดทางแนวนอนและแนวตั้งที่จะทำให้

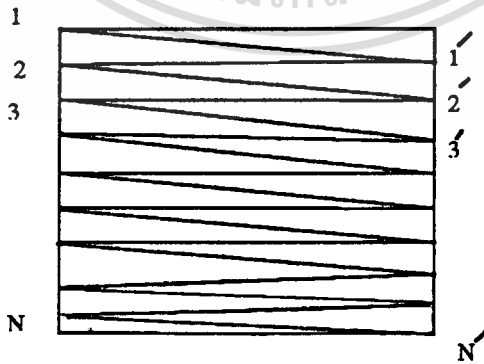
เกิดการสแกนจะวางอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยทั่วไปแล้ววิธีการสแกนมีอยู่ 2 วิธี คือ

1. โปรเกรสซีฟสแกนนิ่ง (progressive scanning) หรืออนอินเตอร์เลซด์สแกนนิ่ง (non interlaced scanning)
2. อินเตอร์เลซด์สแกนนิ่ง (interlaced scanning)



รูปที่ 2.7 การสแกนรูปคลื่นแบบพื้นเลื่อย

2.6.1 การสแกนแบบไม่สลับเส้น (Non-Interlaced Scanning)

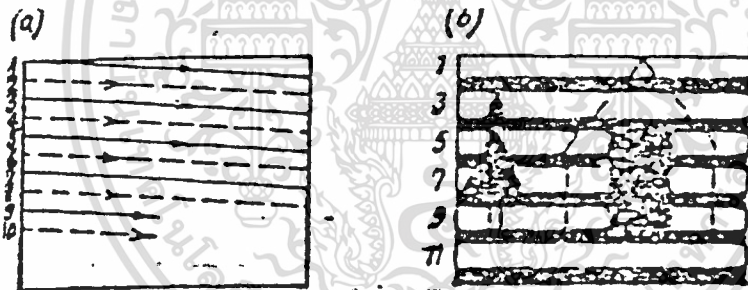


รูปที่ 2.8 โปรเกรสซีฟสแกนนิ่ง

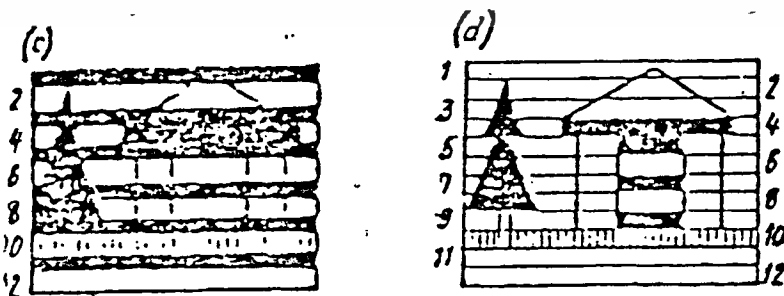
การสแกนของสัญญาณภาพแบบนี้ จากรูปจะเห็นว่าภาพจะถูกสแกนจากซ้ายไปขวาและสแกนจากบนลงล่าง คือ จาก 1-1', 2-2', 3-3' N-N' แล้วก็มาเริ่มสแกน 1-1' ใหม่ การสแกนแบบนี้ เป็นหลักการเบื้องต้นของการสแกนในระบบโทรทัศน์และการสแกนสัญญาณแบบนี้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในระบบแสดงผลภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป ซึ่งลดความยุ่งยากในการอ่านข้อมูลที่จะนำไปแสดงที่จอคอมพิวเตอร์ได้

2.6.2 การสแกนแบบสลับเส้น (Interlaced Scanning)

อินเตอร์ลอสต์สแกนนี้เป็นการสแกนที่ดีกว่าแบบโปรเกรสซีฟมาก เพราะสามารถเพิ่มจำนวนภาพต่อวินาทีได้โดยใช้แบนด์วิดท์เท่าเดิม หลักการสแกนดังแสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 2.9 การสแกนแบบนี้จะเริ่มสแกนเส้นคี่ก่อน คือ เริ่ม 1-1', 3-3', 5-5',...13-13' แล้วก็มาเริ่มสแกนเส้นคู่ 2-2', 4-4'12',12'



a) การสแกนสัญญาณแบบสลับเส้นสแกน b) การสแกนสัญญาณภาพในเส้นคี่(Odd field)



c) การสแกนสัญญาณภาพในเส้นคู่ (Even field) d) ภาพที่ได้จากการสแกนครบหนึ่งภาพ รูปที่ 2.9 แสดงการสแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้นสแกน (Interlaced Scanning)

การสแกนเส้นคือแล้วมาสแกนเส้นคู่แล้วกลับมาสแกนเส้นที่อีกเรื่อย ๆ ไป การสแกนก็มีหลักการเช่นเดียวกับการสแกนโปรเกรสซีฟสแกนนิ่งนั่นเอง แต่เราสแกนสองครั้งนำมาซ้อนเป็นภาพ ๆ เดียว

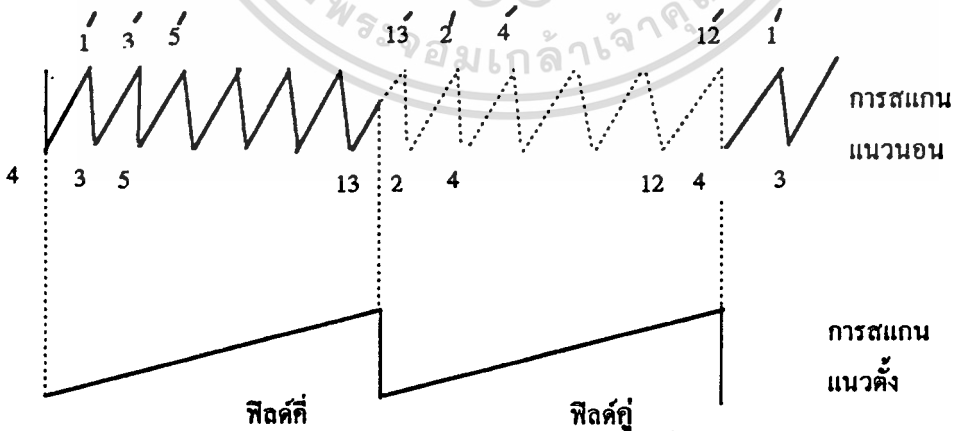
ในระบบอินเตอร์เลขค์สแกนนิ่ง จำนวนเส้นสแกนจะต้องเป็นเลขคี่เสมอ ก็เพราะว่าการสแกนแบบสลับเส้นกระทำได้จากการสแกนทางแนวนอนและแนวตั้งโดยอัตโนมัติ การสแกนแนวตั้งที่เป็นเลขคี่จะสิ้นสุดลงที่เส้นสุดท้ายของเส้นสแกนแนวนอน ดังแสดงในรูปที่ 2.10 จะเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการสแกนแนวนอนและแนวตั้งที่กระทำไปพร้อม ๆ กัน

ในรูปนี้สมมุติว่าเวลาในช่วงสลับกลับเป็นศูนย์ แต่ความจริงในช่วงที่สลับกลับของการสแกนจะเสียเวลาบ้างเล็กน้อย ถ้าจำนวนเส้นในการสแกนเป็นเลขคู่แล้วในทางปฏิบัติจะทำไมได้ก็เพราะว่ารูปร่างของคลื่นแบบฟันเลื่อยทางแนวตั้งและแนวนอนจะต้องต่างกัน และแยกกันทำงาน การสแกนเสร็จสิ้นลงครั้งหนึ่งเราเรียกว่า ฟิวด์สแกนนิ่ง (F_1) การสแกนครบหนึ่งภาพเรียกว่า เฟรมสแกนนิ่ง (F_f) ฉะนั้นได้

$$(2 \text{ field} = 1 \text{ frame})$$

$$F_f = 1/2 F_1 \text{ Hz} \dots\dots\dots (1.2)$$

$$= 2 f_1$$



รูปที่ 2.10 รูปคลื่นแบบฟันเลื่อยของการสแกนแบบอินเตอร์เลขค์

ใน 1 เฟรม จะประกอบด้วย 2 ฟิวด์ คือ

1. ฟิวด์คู้ (Odd Field)
2. ฟิวด์คี่ (Even Field)

ฟิวด์คู้และฟิวด์คี่ 2 เท่าของ field เมื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบอินเตอร์เลซด์กับโปรเกรสซีค พอสรุปได้ดังนี้

ข้อดี

กรณีจำนวนเส้นสแกนและจำนวนภาพต่อวินาทีเท่ากับ ระบบอินเตอร์เลซด์จะให้การกระพริบน้อยกว่า และสามารถเพิ่มจำนวนภาพได้

ข้อเสีย

การที่จะทำให้เกิดอินเตอร์เลซด์ นั้นยาก และมักจะทำให้เกิดการทับกันของเส้นที่เรียกว่า ไลน์แพริ่ง (Line pairing) ทำให้เส้นสแกนลดลงจนนั้นรายละเอียดและความชัดเจนของภาพจะลดลงด้วย นอกจากนี้การสร้างซึ่งจะลำบากและยุ่งยากกว่า

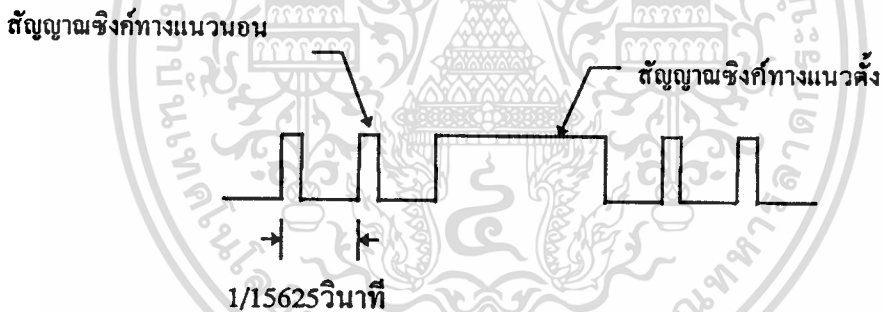
แต่เนื่องจากการสแกน (scan) ของสัญญาณภาพบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ยังเกิดปัญหาเรื่องการกระพริบของแสงบนหน้าจอ (Flicker) ด้วยเหตุนี้การสร้างภาพหรือการสแกนสัญญาณภาพบนจอเครื่องรับโทรทัศน์จะใช้การสแกนสัญญาณภาพเป็นเส้นแบบสลับเส้น

ในระบบ 625 เส้น (CCIR) จะแบ่งการสแกนออกเป็น 2 ฟิวด์ คือ ฟิวด์แรกเป็นการสแกนเส้นที่เริ่มสแกนจากเส้นสแกนที่ 1 จากขอบบนซ้ายสุดไปขวาสุดและจากบนลงล่างจะสิ้นสุดการสแกนในเส้นที่ 313 (ฟิวด์ที่ 2) และจะสแกนในลักษณะเดียวกับฟิวด์แรกซึ่งจะเป็นการสแกนแทรก (Track) หรือที่เรียกว่าเส้นสแกนในทางแนวนอน (Line period) ระหว่างเส้นสแกนในครั้งแรก

ในการสแกนของสัญญาณลักษณะนี้จะช่วยลดการกระพริบของภาพบนหน้าจอให้น้อยลงได้ด้วยเหตุนี้ ในงานวิจัยการออกแบบวงจรให้มีการสแกนของข้อมูลภาพบนจออมอนิเตอร์ (ในโหมดการอ่านข้อมูลภาพออกสู่จออมอนิเตอร์) เป็นแบบสลับเส้นสแกน

เรื่องสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการส่งและการรับสัญญาณโทรทัศน์ก็คือ จะต้องสามารถหาวิธีการที่ทำให้การสแกนของภาพที่เกิดขึ้นในกล้องโทรทัศน์นั้น เกิดขึ้นพร้อมกันกับการสแกนของภาพที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ หรือทำให้ความถี่ของ

กระแสรูปฟื่นเลื้อยของวงจรหักเหทางแนวนอนและแนวตั้งของกล้องโทรทัศน์ เท่ากัน ตลอดเวลากับความถี่ของวงจรหักเหทางแนวนอนและแนวตั้งทางจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์หากความถี่ของกระแสรูปฟื่นเลื้อยในวงจรทางเครื่องส่งโทรทัศน์ไม่เท่ากัน ตลอดเวลากับความถี่ของกระแสรูปฟื่นเลื้อยในวงจรทางเครื่องรับโทรทัศน์ ก็จะพบว่า ภาพจะลึ้มหรือไม่มีภาพทางเครื่องรับโทรทัศน์ การทำให้ความถี่ของกระแสรูปฟื่นเลื้อย ทางด้านเครื่องส่งทางโทรทัศน์เท่ากันตลอดเวลากับความถี่ของกระแสรูปฟื่นเลื้อยทางด้าน เครื่องรับโทรทัศน์นี้เรียกว่า เกิดการเข้าจังหวะ (Synchronization) ขึ้น ในทางปฏิบัติสถานี โทรทัศน์จะต้องส่งสัญญาณชนิดหนึ่งเรียกว่า สัญญาณซิงค์ (Synchronizing Signal) หรือ (Sync pulse signal) ไปพร้อมกับสัญญาณภาพซึ่งมีทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.11 และรูปที่ 2.12



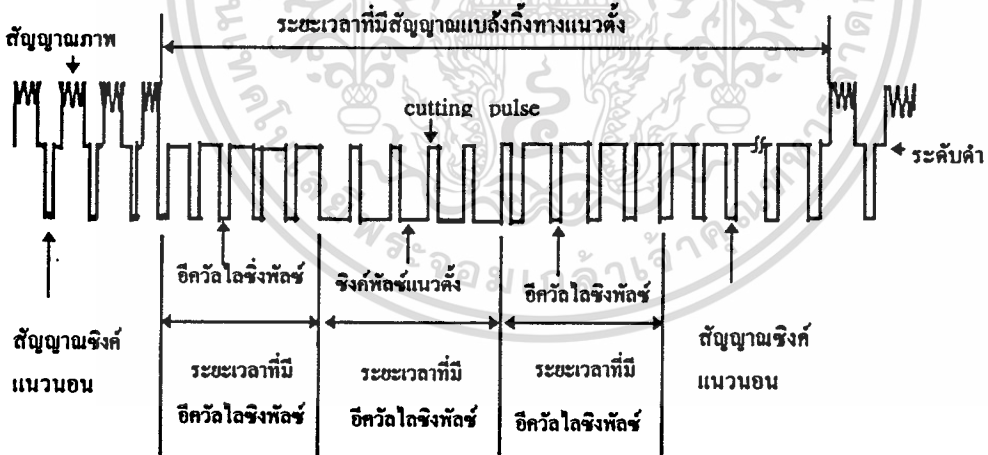
รูปที่ 2.11 รูปร่างของสัญญาณซิงค์

สัญญาณซิงค์นี้จะประกอบด้วยสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน(Horizontal Synchronizing Signal) หรือที่เรียกว่า ไลน์ซิงค์ (Line Sync) ซึ่งในมาตรฐานระบบ 625 เส้น (มาตรฐาน CCIR) จะมีความถี่ 15,625 Hz หรือจะมี Sync Pulse ครั้งหนึ่งในทุก ๆ ครั้งที่เส้นสแกนในแนวนอนกับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนกับสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (Vertical Synchronizing Signal) หรือที่เรียกว่าฟิลด์ซิงค์ (Field Sync) ซึ่งจะมีความถี่ 50 Hz หรือจะมี Sync Pulse ครั้งหนึ่ง

ในขณะที่มีการสแกนฟิลด์เส้นคี่หรือฟิลด์เส้นคู่เสร็จสิ้นลงสัญญาณเชิงคี่เหล่านี้จะส่งไปพร้อมๆ กับสัญญาณในช่วงระยะเวลาของเส้นสแกนสะบัดกลับหรือช่วงระยะเวลาที่เส้นสแกนกำลังหันกลับไปเริ่มต้นใหม่ (Flyback Period)

ในทางปฏิบัติสถานีโทรทัศน์จะต้องส่งสัญญาณต่าง ๆ หลายอย่างออกอากาศไปให้เครื่องรับโทรทัศน์ เพื่อทำให้เกิดภาพที่จอภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ในลักษณะเดียวกันและพร้อมกันกับการสแกนภาพของกล้องโทรทัศน์สัญญาณต่างๆ

1. สัญญาณภาพ (Video Signal)
 - สัญญาณภาพขาวดำ (Luminance Signal)
 - สัญญาณภาพสี (Chrominance Signal)
2. สัญญาณเบิรส์ท(Burst Signal)
3. สัญญาณแบดลิ่งคิง (Blanking Signal)
4. สัญญาณซิง ค์ (Synchronizing Signal)
5. สัญญาณอีควอลไลซิง (Equalizing Signal)



รูปที่ 2.12 รูปร่างของสัญญาณซิงค์ที่ใช้ในการส่งโทรทัศน์

สัญญาณต่าง ๆ ตามรูปนี้จะรวมอยู่เป็นรูปร่างเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า สัญญาณภาพรวม(Composite Video Signal) แล้วใช้คลื่นพาห้ของภาพเป็นตัวพาออกอากาศรวมกับคลื่นพาห้ของสัญญาณเสียง

สัญญาณภาพ (Video Signal)

เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อทำให้เกิดภาพที่จอหลอดภาพ

สัญญาณเบิร์สต์ (Burst Signal)

เป็นสัญญาณที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อทำการแยกสีออกจากสัญญาณสีรวม

สัญญาณแบดิงก์ (Blanking Signal)

เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อลบเส้นสแกนสับกลับทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อมิให้เป็นที่ยสังเกตเห็นได้ชัดทางจอหลอดภาพ

สัญญาณซิงค์ (Synchronizing Signal)

เป็นสัญญาณที่ทำให้การสแกนของภาพที่เกิดขึ้นในกล้องโทรทัศน์นั้นเกิดขึ้นพร้อมกันกับการสแกนของภาพที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์หรือทำให้ความถี่ของกระแสรูปพื้นเลื้อยของวงจรหักเหทางแนวนอนและแนวตั้งของกล้องโทรทัศน์เท่ากันตลอดเวลากับความถี่ของวงจรหักเหทางแนวนอน และแนวตั้งทางจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ หากความถี่ของกระแสรูปพื้นเลื้อย ในวงจรทางเครื่องส่งโทรทัศน์ไม่เท่ากันตลอดเวลากับความถี่ของกระแสรูปพื้นเลื้อย ในวงจรทางเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะพบว่าภาพจะลึบหรือไม่มีภาพทางเครื่องรับโทรทัศน์

สัญญาณอีควไลซิง (Equalizing Signal)

เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อช่วยทำให้สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งยังคงมีรูปร่างดีเหมือนเดิม หลังจากแยกออกมาจากสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนในเครื่องรับโทรทัศน์แล้ว สัญญาณนี้มีความถี่เป็นสองเท่าของสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซึ่งจะช่วยทำให้การสแกนไขว้กันทางเครื่องรับโทรทัศน์เป็นไปโดยเรียบร้อยรวมทั้งสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนก็ไม่ขาดหายไป

บทที่ 3

มาตรฐานสัญญาณ โทรทัศน์สี

(color television signal standard)

มาตรฐานโทรทัศน์สีในปัจจุบันมีอยู่ 3 มาตรฐาน

1. NTSC (THE NATIONAL TELEVISION SYSTEM)
2. PAL(PHASE ALTERNATION BY LINE)
3. SECAM(SEQUENTIAL COLOUR A MEMORY)

ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะ 2 ระบบแรกเท่านั้น

3.1 มาตรฐานระบบ NTSC

มาตรฐานนี้เกิดขึ้นโดยคณะกรรมการระบบโทรทัศน์แห่งชาติอเมริกา ได้นำออกแสดงให้ประชาชนครั้งแรกเมื่อตุลาคม ค.ศ. 1953(2496) มาตรฐานนี้เป็นพื้นฐานของการส่งสัญญาณโทรทัศน์สีมาตรฐานอื่น ๆ กำหนดขึ้นเพื่อให้สามารถใช้ร่วมช่องเดียวกันกับการส่งโทรทัศน์ขาวดำระบบ 525 เส้น (FCC) ของอเมริกา ระบบนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในอเมริกาต่อมาได้ถูกนำไปใช้ใน ญี่ปุ่น,ฟิลิปปินส์ ฯลฯ

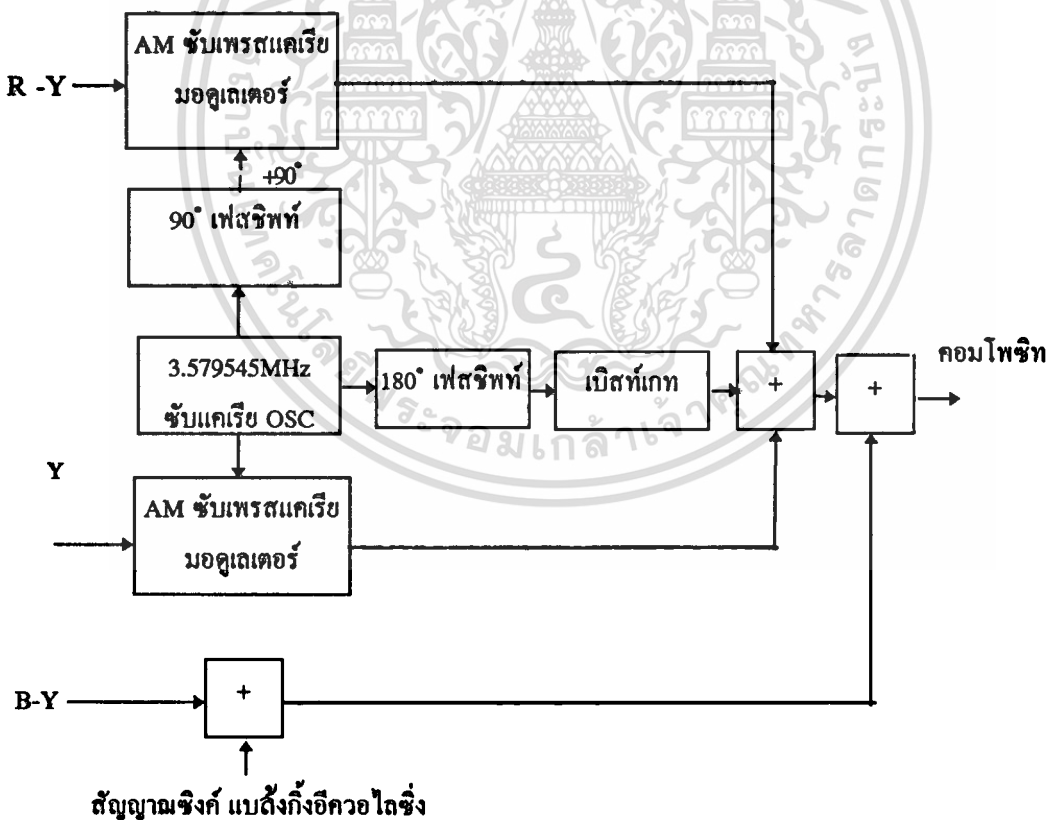
รายละเอียดมาตรฐาน NTSC ระบบ M

จำนวนเส้นต่อภาพ (FRAME)	525	เส้น
จำนวนภาพต่อวินาที(PICTURES/SECOND)	30	ภาพ
จำนวนฟิลด์ต่อวินาที(FILEDS/SECOND)	60	ฟิลด์
ความถี่หักเหทางแนวนอน(LINES/SECOND)	15,750	Hz
แบนด์วิดท์สัญญาณภาพภูมิแนวน		
รายการขาวดำ	4.2	MHz
รายการสี	3.2	MHz
แบนด์วิดท์สถานี (RF.)	6	MHz
จุดห่างระหว่างคลื่นพาหะเสียงกับภาพ	4.5	MHz
เฟสของสัญญาณที่ผสมกับคลื่นพาหะ	ช่วงลบ	
ไซด์แบนด์ RF ด้านต่ำ	0.75	MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการผสมสัญญาณ เสียงกับคลื่นพาหะ FM
 ความถี่ของ SUBCARRIER 3.579545 MHz
 ลักษณะการผสมของSUBCARRIERกับสัญญาณความถี่ AM SUPPRESS CARRIER
 แบบที่วิคน์สัญญาณ I +0.4 -1.3 MHz (± 0.4 MHz ญี่ปุ่น)
 แบบที่วิคน์สัญญาณ Q ± 0.4 MHz (± 0.4 MHz ญี่ปุ่น)
 ย่านความถี่ที่ใช้ส่งใช้ระบบอเมริกา (US / system ยกเว้นในประเทศญี่ปุ่นจะใช้น่านความถี่ของญี่ปุ่น)

3.2 ภาค ENCODER มาตรฐาน NTSC



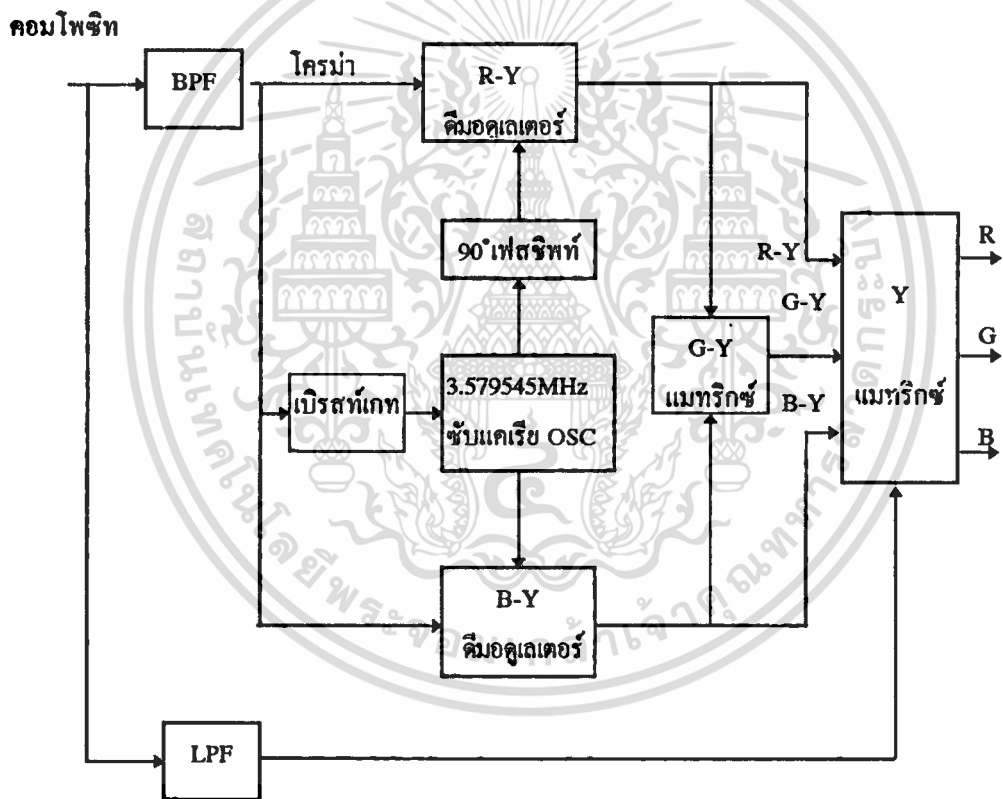
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมภาคเอนโคเดอร์ มาตรฐาน NTSC

การทำงานของภาค ENCODER มาตรฐาน NTSC (รูปที่ 3.1)

สัญญาณสี 3 สี คือสัญญาณสีแดง(R) สัญญาณสีเขียว(G) สัญญาณสีเงิน(B) ซึ่งได้จากหลอด วัสดุคอน จะถูกส่งเข้าวงจรแมทริกซ์เพื่อเปลี่ยนรูปเป็นสัญญาณ Y (LUMINANCE) สัญญาณความต่างสี R-Y และสัญญาณความต่างสี B-Y สัญญาณ Y หรือสัญญาณลูมิแนนท์คือระดับความสว่างของภาพ ซึ่งถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนสัญญาณความต่างสี R-Y และ B-Y นั้น คือสัญญาณสีแดง และสัญญาณสีน้ำเงิน ซึ่งถูกผสมกับสัญญาณลูมิแนนท์ที่ถูกกลับเฟสไป 180 องศา เนื่องจากสัญญาณ Y เกิดจากการผสมระหว่างสัญญาณสีแดง 30% สัญญาณสีเขียว 59% สัญญาณสีน้ำเงิน 11% ($Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$) ดังนั้นสัญญาณ R-Y และ B-Y จะเป็นส่วนผสมของสัญญาณสีทั้งสามซึ่งรวมกันอยู่จึงเรียกสัญญาณทั้งสองว่า "สัญญาณความต่างสี" (COLOUR DIFFERENCE SIGNAL) สัญญาณความต่างสีทั้งสองจะถูกส่งไปผสมกับ CHROMA ขั้วแคเรีย ซึ่งมาตรฐาน NTSC ใช้ความถี่ 3.579545 MHz ขั้วแคเรียจะถูกแยกออกเป็นสองทาง โดยทางแรกส่งเข้าไปผสมกับสัญญาณความต่างสี B-Y โดยตรง ในแบบ AM SUPPRESS CARRIER MODULATOR ได้เป็นSIDE BAND ของสัญญาณความต่างสี B-Y เรียกว่า สัญญาณ Q ออกไปทางเอ๊าท์พุท อีกทางหนึ่งขั้วแคเรียจะถูกเลื่อนเฟสให้เร็วขึ้นกว่าเดิม 90 องศา จากนั้นส่งเข้าไปผสมกับสัญญาณความต่างสี R-Y ในลักษณะเดียวกันได้เป็น SIDE BAND ของสัญญาณความต่างสี R-Y ซึ่งเรียกว่า I ออกมาทางเอ๊าท์พุทสัญญาณ I และสัญญาณ Q จะถูกส่งมารวมกันเพื่อเป็นสัญญาณโครมา (CHROMA SIGNAL) ขั้วแคเรียที่ถูกแยกออกมาอีกทางหนึ่งส่งเข้าวงจร 180° PHASE SHIFT เพื่อเลื่อนเฟสให้ผิดไป 180 องศา จากนั้นส่งเข้าวงจร BURST GATE เพื่อปล่อยสัญญาณออกไปทางเอ๊าท์พุทเป็นช่วงสั้น ๆ ประมาณ 2.5 ไมโครเซกกัน ซึ่งตำแหน่งที่ปล่อยออกมานั้น จะตรงจังหวะกับบ่าหลังของ HORIZONTAL BLANKING พอดีสัญญาณนี้จะส่งไปร่วมกับสัญญาณโครมาเพื่อไปเป็นสัญญาณอ้างอิงให้กับภาค SUBCARRIER OSCILLATOR ซึ่งอยู่ในภาค DECODER ของเครื่องรับ เรียกว่า สัญญาณเบิสท์ (BURST SIGNAL) สัญญาณเบิสท์ และโครมาจะถูกส่งไปรวมตัวกับสัญญาณลูมิแนนท์เพื่อก่อรูปเป็นสัญญาณวีดีโอคอมโพสิท (VIDEO COMPOSITE SIGNAL) สัญญาณลูมิแนนท์ซึ่งได้มาจากวงจรแมทริกซ์หลังจากถูกขยายและรวมตัวกับสัญญาณซิงค์

สัญญาณแบล็งกิ้ง (BLANKING SIGNAL) และสัญญาณอีควอลाइซิ่ง (EQUALIZING-SIGNAL) แล้วจะไปรวมตัวกับสัญญาณโครมา สัญญาณCOMPOSITE ที่ได้นั้น เป็นสัญญาณรายละเอียดของภาพที่สมบูรณ์ คือ มีทั้งรายละเอียดของภาพสีและขาวดำ รวมกันอยู่ ถ้าป้อนให้กับ TV MONITOR (โทรทัศน์วงจรมีภาคขยายสัญญาณภาพและภาคสืออย่างเดี่ยว) ก็จะทำให้ภาพปรากฏขึ้นที่หน้าจอ

3.3 ภาค DECODER มาตรฐาน NTSC



รูปที่ 3.2 ภาคดีโค้ดเดอร์มาตรฐาน NTSC

การทำงานของภาค DECODERมาตรฐาน NTSC (รูปที่ 3.2)

สัญญาณCOMPOSITE VIDEO ที่เข้ามาทางอินพุทของภาค DECODER จะถูกแยกออกเป็น 2 ทางโดยวงจร BPF (BANDPASS FILTER) แยกเอาสัญญาณ CHROMA และBURST ออกส่งให้ R-Y SYNCHRONOUS MODULATOR, B-Y SYNCHRONOUS

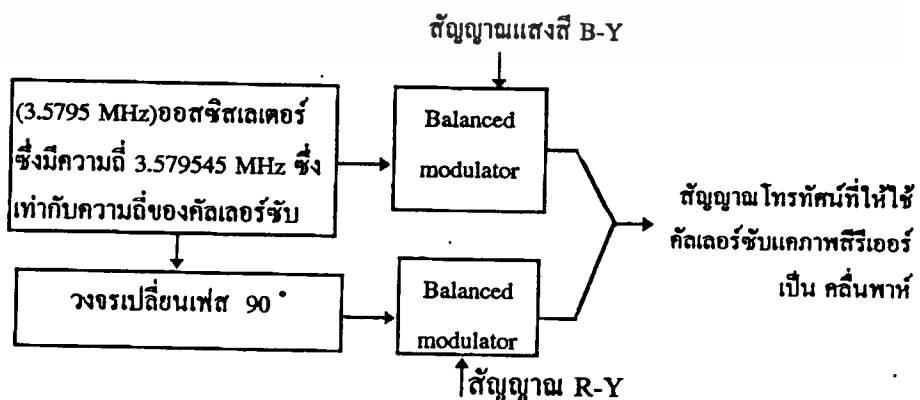
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODULATOR และ BURST GATE ส่วนวงจร LPF นั้นจะแยกเอาสัญญาณ LUMINANCE (Y) ส่งป้อนให้กับภาค Y MATRIX สัญญาณ BURST ที่แยกออกมาทางเอาต์พุตของวงจร BURST GATE ถูกป้อนเข้าไปยัง SUBCARRIER OSCILLATOR เพื่อควบคุม PHASE ของ SUBCARRIER 3.579545 MHz ที่วงจรนี้สร้างขึ้นทางหนึ่ง SUBCARRIER จะถูกส่งตรงเข้าวงจร B-Y SYNCHRONOUS MODULATOR เพื่อแยกออกเอาสัญญาณความต่างสี B-Y ออกมาทางเอาต์พุต ส่วนอีกทางหนึ่ง SUBCARRIER จะถูกเลื่อนเฟสให้เร็วขึ้นกว่าเดิม 90° ส่งไปเข้าวงจร R-Y SYNCHRONOUS MODULATOR เพื่อแยกเอาสัญญาณความต่าง R-Y ออกมาทางเอาต์พุต

สัญญาณ R-Y และสัญญาณ B-Y ส่วนหนึ่งถูกส่งไปสร้างสัญญาณความต่างสี G-Y ที่วงจร G-Y MATRIX จากนั้น สัญญาณ R-Y, B-Y และ G-Y จะถูกหักล้างเอาสัญญาณ -Y ออก โดยวงจร Y MATRIX ได้เป็นสัญญาณแม่สีทั้งสามสี ออกมา คือ R, G และ B

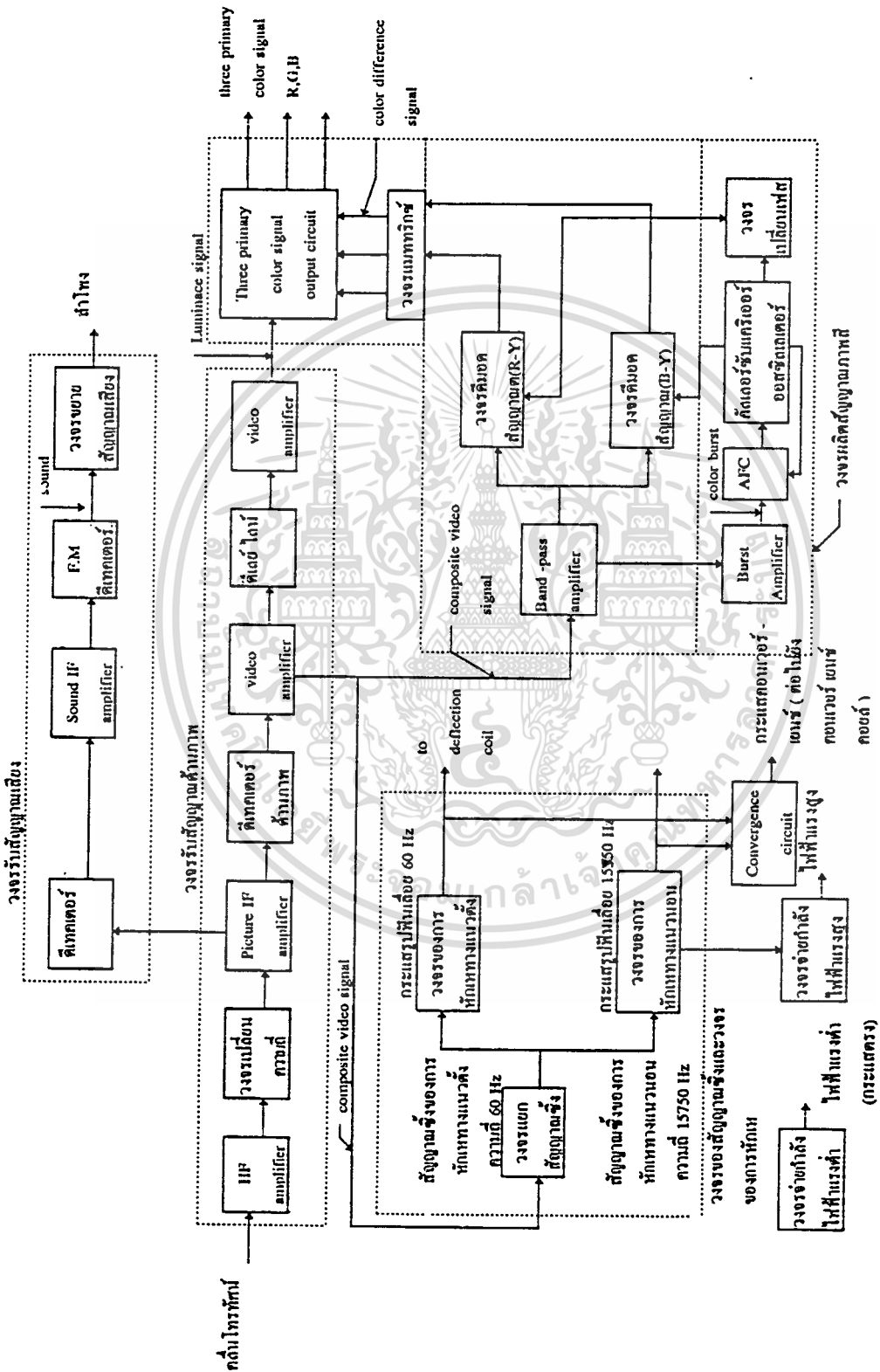
3.4 โทรทัศน์ระบบเอ็น.ที.เอส.ซี (NTSC color TV system)

โทรทัศน์ระบบแรกของโลก คือ โทรทัศน์ระบบอเมริกัน เอ็น. ที.เอส.ซี ซึ่งโทรทัศน์สีของอเมริกา และต่อมาแพร่หลายไปอีกหลายประเทศที่ใช้โทรทัศน์ระบบอเมริกัน 525 เส้นต่อภาพ 30 ภาพ ต่อวินาที หลักการของการส่งโทรทัศน์ระบบนี้ ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2.3 และ รูปที่ 2.4 โดยกล้องโทรทัศน์สีจะทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าจากแสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีน้ำเงิน มีขนาด R, G, B ตามลำดับ แสงสีทั้งสามนี้ จะผสมกันในวงจรพิเศษที่เรียกว่า วงจรแมทริกซ์ (matrix circuit) การบวกลบผสมสีทางไฟฟ้าของแสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีน้ำเงิน เหล่านี้ทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) Y กับสัญญาณโทรทัศน์



รูปที่ 3.3 การมอดูเลตสัญญาณแสงในโทรทัศน์ระบบเอ็น.ที.เอส.ซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ระบบ NTSC

ให้ภาพสี (chrominance signal) สองสัญญาณคือ inphase color signal voltage I และ quadrature phase color signal voltage Q โดยมีส่วนผสมของแสงสีทั้งสามดังต่อไปนี้
luminance signal

$$Y = 0.229 R + 0.587G + 0.144B$$

inphase color signal voltage

$$\begin{aligned} I &= 0.74 (R-Y) - 0.72 (B-Y) \\ &= 0.60 R - 0.28G - 0.32B \end{aligned}$$

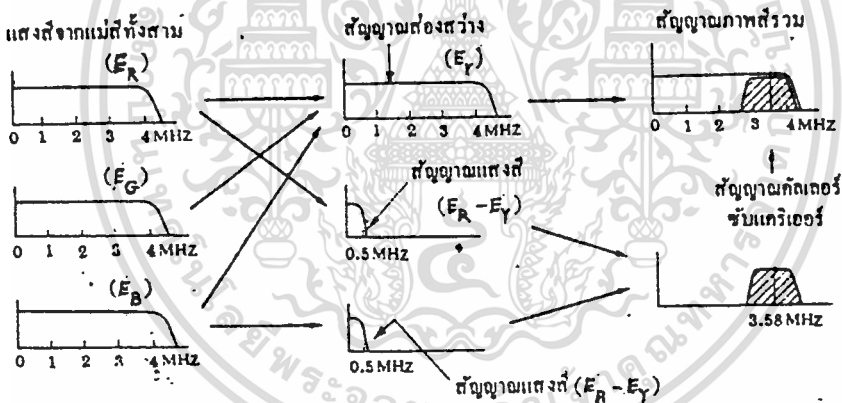
Quadrature phase color signal voltage

$$\begin{aligned} Q &= 0.48(R-Y) + 0.41 (B-Y) \\ &= 0.21R - 0.52G + 0.31B \end{aligned}$$

เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเหล่านี้ จากเครื่องส่งโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ จึงใช้วิธีการ double modulation AM - AM กล่าวคือ สัญญาณทางภาพสีทั้งสองสัญญาณจะมีคลื่นพาห์ ของตัวเองโดยเฉพาะ เรียกว่า คัลเลอร์ซับแคริเออร์ (color subcarrier) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี I กับ Q จะผ่านเข้าไปยัง encoder ซึ่งมี balanced modulator อยู่สองชุด แต่ละชุดจะมีคัลเลอร์ซับแคริเออร์ (color subcarrier) ซึ่งมีความถี่เดียวกัน แต่มีเฟส (phase angle) ต่างกันอยู่เก้าสิบองศา ผลลัพธ์ที่ได้จาก balanced modulator ทั้งสองนี้ ก็คือ สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีทางไฟฟ้าสองชุด ซึ่งแต่ละชุดจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated suppressed-carrier double-sidebands สัญญาณเหล่านี้จะนำไปรวมกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสว่างกับสัญญาณอื่นๆ ก่อน แล้วจะใช้คลื่นพาห์ในเครื่องส่งโทรทัศน์นำออกอากาศในวิธีของ amplitude-modulation สัญญาณที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated double-sidebands ซึ่งกว้างข้างละ 4 เมกกะเฮิร์ตซ์ แต่การนำผ่านวงจร vestigial sideband filter จะช่วยลดไซด์แบนด์ด้านต่ำ (lower sideband) ลงบ้าง และจะส่งไซด์แบนด์ด้านสูง (upper sideband) เต็มที่ ซึ่งจะทำให้มีแบนด์วิดท์ทั้งสิ้น (overall RF bandwidth) ประมาณ 6 เมกกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งเท่ากับแบนด์วิดท์ของช่องโทรทัศน์ขาวดำในระบบอเมริกันพอดี สำหรับแบนด์วิดท์ของสัญญาณโทรทัศน์ที่ภาพสี I กับ Q นั้น ผลของการทดลองที่พบว่า สายตาของพวกเรา จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงในเรื่องรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสว่างได้ง่ายและการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสัญญาณ โทรทัศน์ที่ให้ภาพสี โดยเฉพาะส่วนประกอบเล็กๆ ของภาพบนจอโทรทัศน์ ไม่จำเป็นต้องการทำ

ให้รายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ที่ภาพสีมากเท่ากับรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสีว่าง ฉะนั้น โทรทัศน์สีระบบ NTSC กำหนดให้สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสีว่าง มีรายละเอียดสัญญาณภาพได้กว้างเต็มที่ประมาณ 4.2 เมกกะเฮิร์ตซ์ ส่วนสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี I ซึ่งแสดงคุณสมบัติ ของแสงสีเขียว น้ำเงิน (cyan) หรือแสงสีส้ม (orange color) จะมีรายละเอียดได้กว้างประมาณ 0.5 เมกกะเฮิร์ตซ์ ก็เป็นการเพียงพอแล้ว ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.6

การส่งโทรทัศน์สีระบบ NTSC จากเครื่องส่งโทรทัศน์มายังเครื่องรับโทรทัศน์นี้ สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี จะใช้คลื่นพาห้ของภาพสี หรือคัลเลอร์ซับแคริเออร์ จึงจำเป็นต้องส่งคัลเลอร์ซับแคริเออร์ นี้มายังเครื่องรับโทรทัศน์ด้วย การเลือกใช้คัลเลอร์ซับแคริเออร์ก็จะต้องพิถีพิถันและมีหลักมีเกณฑ์เหมือนกัน



รูปที่ 3.6 สัญญาณสองสีว่าง และสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีของโทรทัศน์สีระบบ NTSC

ซึ่งจะสรุปได้ ดังนี้คือเนื่องจากรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสีว่าง จะมีความถี่ระหว่าง 0 ถึง 4 เมกกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งมีกำลังงานรวมกลุ่มกันอยู่ในบริเวณความถี่ 15,750 เฮิร์ตซ์ อันเป็นค่าของความถี่ของการสะแกนทางแนวนอน หากเลือกใช้คัลเลอร์ซับแคริเออร์ให้มีเท่ากับฮาร์โมนิกต่างๆ ของความถี่ตามที่กล่าวแล้วนี้ จะช่วยลดอาการรบกวนที่เกิดขึ้นระหว่างความถี่ของคัลเลอร์ซับแคริเออร์ กับความถี่ของ

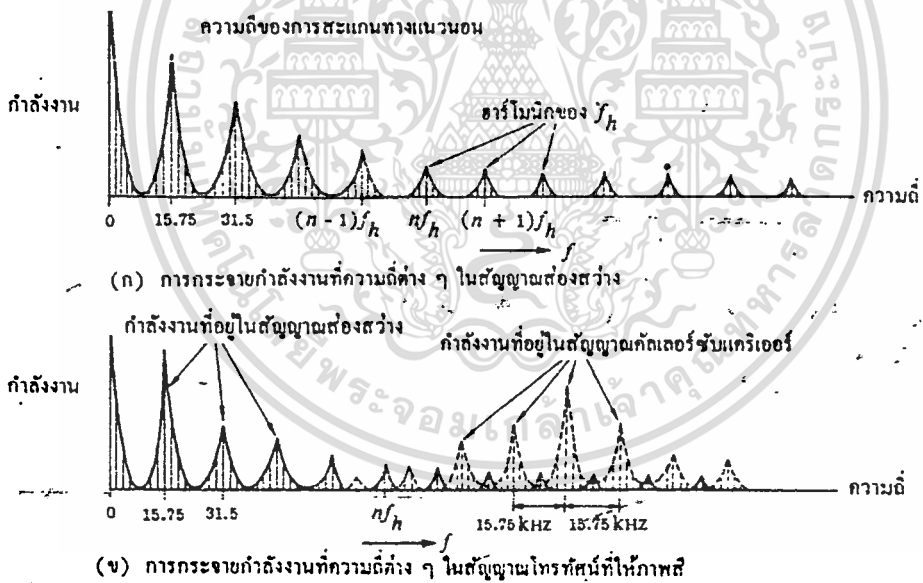
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างระหว่างคลื่นพาห์ของคลื่นเสียงกับคลื่นพาห์ของภาพได้ ฉะนั้น ในหลักการจึงมีข้อกำหนดดังนี้

1. กำหนดให้ความถี่ของความแตกต่างระหว่างคลื่นพาห์ของเสียงกับคลื่นพาห์ของภาพ (sound carrier spacing relative to video carrier) มีค่าเท่ากับ ฮาร์โมนิกที่ 286 ของความถี่ในการสแกนทางแนวนอน

2. กำหนดให้ความถี่ของคลื่นเลเซอร์ซับแคริเออร์ มีค่าเท่ากับ ฮาร์โมนิกที่ 455 ของครึ่งของความถี่ในการสแกนทางแนวนอน

หากกำหนดให้ความถี่ของการสแกนทางแนวนอนมีค่า 15,750 เฮิรท์ซ์ เราจะพบว่าความถี่ของคลื่นเลเซอร์ซับแคริเออร์นี้ จะมีค่า $(455) (15,750)/(2)$ เฮิรท์ซ์ หรือ 3.58 เมกะเฮิรท์ซ์ ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8

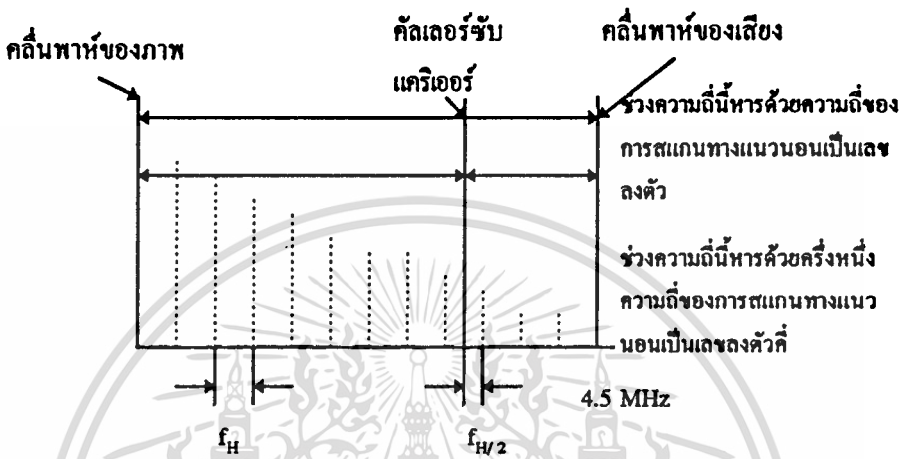


รูปที่ 3.7 การกระจายกำลังงานที่ความถี่ต่างๆในสัญญาณสองสว่าง และในสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี

มาตรฐานของโทรทัศน์ระบบ NTSC นี้ จะมีส่วนที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อยกับมาตรฐานของโทรทัศน์ขาวดำในระบบอเมริกันเหมือนกัน เพราะสาเหตุที่ต้องการลดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนในการเลือกความถี่ของคัลเลอร์แครีเออร์นี้ เมื่อความแตกต่างระหว่างคลื่นพาห์ของเสียงกับคลื่นพาห์ของภาพในโทรทัศน์ระบบอเมริกัน มีความถี่ 4.5 เมกกะเฮิรตซ์ เราจะได้ตัวเลขที่แน่นอนของค่าความถี่ต่างๆดังนี้



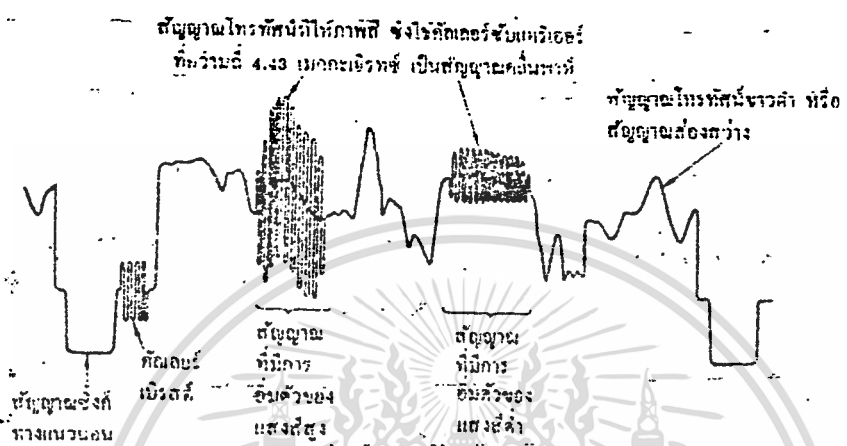
รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของความถี่คลื่นพาห์ของภาพ ความถี่คลื่นพาห์ของเสียงและความถี่ของคัลเลอร์แครีเออร์ในระบบโทรทัศน์สี

ความถี่ของการสแกนทางแนวนอน จะมีค่า $(4.5)/(286)$ เมกกะเฮิรตซ์ หรือ 15,734. 296 เฮิรตซ์ ความถี่ของคัลเลอร์แครีเออร์ จะมีค่า $(455) (15,734. 296) / (2)$ เฮิรตซ์ หรือ 3.579545 เมกกะเฮิรตซ์ ความถี่ของฟิลด์ มีค่า $(15,734.296) / (262.5)$ เฮิรตซ์ หรือ 59.94 เฮิรตซ์

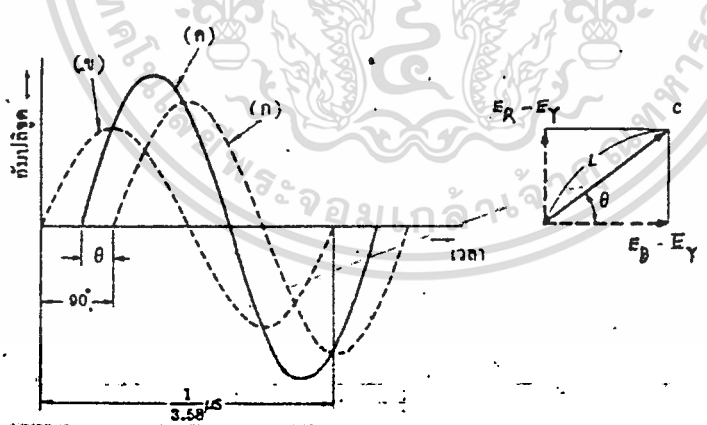
ตัวเลขที่แน่นอนในเรื่องความถี่ของการสแกนทางแนวนอน และในเรื่องความถี่ของฟิลด์สำหรับ โทรทัศน์สี จะมีค่าใกล้เคียงกับ 15,750 เฮิรตซ์ และ 60 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นตัวเลขที่ใช้ในมาตรฐานโทรทัศน์ ขาวดำระบบอเมริกันมาก และทำไมไม่ให้เกิดปัญหาในเรื่องของซิงค์สัญญาณต่างๆ แต่ประการใดในการปฏิบัติ

รูปที่ 3.9 เป็นสัญญาณภาพสีรวม (colorplexed composite video signal) ที่เครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์สี ต้องส่งไปให้เครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีสองสัญญาณซึ่งอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulate suppressed carrier double sideband สัญญาณซิงค์ สัญญาณแบล็กกิ้ง สัญญาณอ็ควาลไอซิ่ง และสัญญาณซิงค์ของภาพสีที่เรียกว่าคัลเลอร์เบิร์ตสด์ทางด้านเครื่องรับโทรทัศน์ ก็มีการแยกสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือ

สัญญาณสองสว่างออกจากสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี และจะมีวงจรคัลเลอร์คิมอดูเลเตอร์ (color demodulator) สองชุด



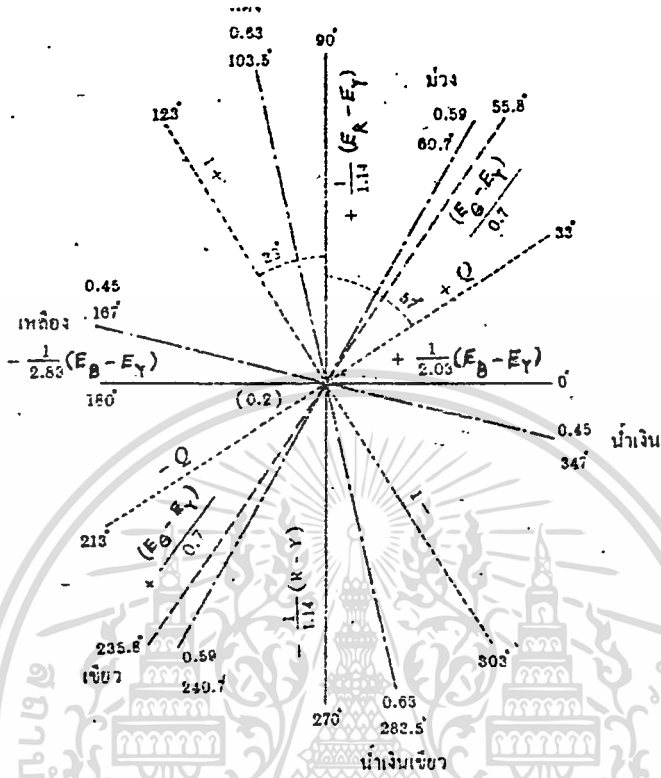
รูปที่ 3.9 สัญญาณสองสว่างกับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ซึ่งรวมกันอยู่ในสัญญาณภาพสีรวม (color composite signal)



- (ก) สัญญาณเอาต์พุตของ balanced modulator ซึ่งมี B-Y เป็นสัญญาณอินพุต
- (ข) สัญญาณเอาต์พุตของ balanced modulator ซึ่งมี R-Y เป็นสัญญาณอินพุต
- (ค) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี เป็นผลรวมของสัญญาณ (ก)กับ (ข)

รูปที่ 3.10 รูปร่างสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ซึ่งใช้คัลเลอร์ซับแครีเออร์เป็นคลื่นพาห้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 เฟสและอัมพลิจูดของสัญญาณโทรทัศนที่ให้ภาพสี ซึ่งมีการอ้อมตัวของแสงสี ประมาณ 100%

ซึ่งใช้คัลเลอร์ซับแคเรียอร์ที่มีความถี่เดียวกัน แต่มีเฟสต่างกันอยู่เก้าสิบองศา เพื่อทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศนที่ให้ภาพสี I กับ Q ความสัมพันธ์ของสัญญาณโทรทัศนที่ให้ภาพสีทั้งสอง คือ R-Y และ B-Y กับสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.10 เมื่อนำสัญญาณโทรทัศนขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่างกับสัญญาณโทรทัศนที่ให้ภาพสีเหล่านี้ มาผสมกันในวงจรแมทริกซ์ (matrix circuit) ก็จะได้สัญญาณของแสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีน้ำเงิน เพื่อป้อนให้แก่โคมของหลอดภาพ และทำให้เกิดสีขึ้นที่หลอดภาพในเครื่องรับโทรทัศนส์ต่อไป. ตามแผนผังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 ส่วนความสัมพันธ์ในเรื่องขนาด(amplitude) และเฟส (phase angle) ของแสงสีต่างๆ นั้น ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.11

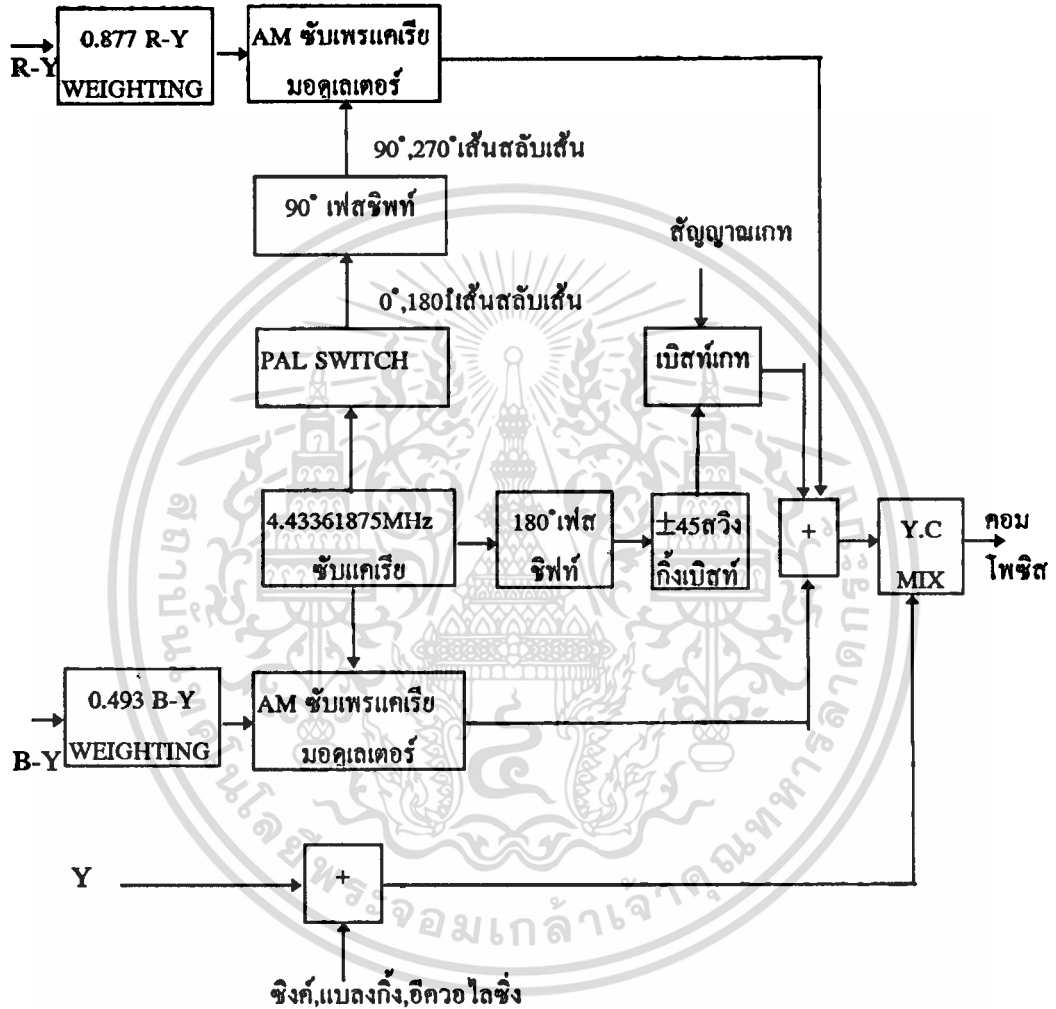
3.5 มาตรฐาน PAL

มาตรฐานนี้ปรับปรุงมาจากมาตรฐาน NTSC โดย DR. WALTER BRUCH บริษัทเทเลทัมแห่งประเทศเยอรมันและคอนทิงได้ถูกดัดแปลงเพื่อใช้งานจริงๆ โดย B.D. LOUGHLIN แห่งทดลอง HAZENTINE LABORATORY เมื่อ ค.ศ.1967 (พ.ศ. 2510) นี้สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของมาตรฐาน NTSC และเพื่อให้ใช้ร่วมกับระบบการส่งโทรทัศน์ขาวดำในเยอรมันซึ่งเป็นระบบ 625 เส้น (CCIR) มีใช้ในเยอรมัน, เนเธอร์แลนด์ และอีกหลายประเทศในยุโรปรวมทั้งประเทศไทย

รายละเอียดมาตรฐานระบบ PAL B (ใช้ในประเทศไทย)

จำนวนเส้นต่อภาพ (FRAME)	625	เส้น
จำนวนภาพต่อวินาที (PICTURES/SECOND)	25	ภาพ
จำนวนฟิลด์ต่อวินาที (FILEDS/SECOND)	50	ฟิลด์
ความถี่หักเหทางแนวนอน (LINES/SECOND)	15,625	Hz
แบนด์วิดท์สัญญาณภาพมูมิแนนซ์		
รายการขาวดำ	5	MHz
รายการสี	4	MHz
แบนด์วิดท์สถานี (RF.)	7	MHz
จุดห่างระหว่างคลื่นพาหะเสียงกับภาพ	5.5	MHz
เฟสของสัญญาณที่ผสมกับคลื่นพาหะ	ช่วงลบ	
ไซด์แบนด์ RF ด้านต่ำ	1.25	MHz
ลักษณะการผสมสัญญาณ เสียงกับคลื่นพาหะ	FM	
ความถี่ของSUBCARRIER	4.43361875	MHz
ลักษณะการผสมของSUBCARRIER	AM SUPPRESS CARRIER	
แบนด์วิดท์สัญญาณ V	± 0.5	MHz
แบนด์วิดท์สัญญาณ U	± 0.5	MHz
ย่านความถี่ที่ใช้ส่งออกอากาศใช้ระบบยุโรป (CCIR)		

3.6 ภาคเอนโค้ดเดอร์ มาตรฐาน PAL



รูปที่ 3.12 การทำงานภาคเอนโค้ดเดอร์ มาตรฐาน PAL

การทำงานของภาคเอนโค้ดเดอร์มาตรฐาน PAL

สัญญาณที่ออกจากหลอดเก็บสัญญาณภาพคือ R, G, B หลังจากส่งเข้าวงจรแมทริกซ์ จะได้สัญญาณมาได้ 3 สัญญาณ คือ สัญญาณความต่างสี R-Y สัญญาณความต่างสี B-Y และ สัญญาณ Y (ลูมิแนนซ์) สัญญาณ R-Y และ B-Y จะส่งสัญญาณเข้าวงจร WEIGHING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อลดระดับความแรงสัญญาณจากเดิม ให้เหลือเป็น 0.877 R-Y และ 0.493 B-Y เสีย ก่อนจากนั้นจึงจะส่งไปผสมกับซับแคเรีย

วงจรซับแคเรียออสซิลเลเตอร์จะสร้างซับแคเรียความถี่ 4.43361875 MHz เพื่อส่ง ไปผสมกับสัญญาณความถี่ทั้งสองโดยทางหนึ่งส่งเข้าวงจร U AM. ซับแคเรียออสซิลเลเตอร์เพื่อผสมกับสัญญาณความถี่ B-Y ได้เป็นสัญญาณ U ส่วนอีกต่างหนึ่งซับ แคเรีย 0 องศา จะส่งผ่านวงจร 0° - 180° PALSWITCH เลื่อนเฟสให้ผิด ไป 0° และ 180° เส้นสลับเส้น และผ่านวงจร 90° เฟสชิฟท์เพื่อเลื่อนเฟสให้ผิดไปอีกเป็น 90° (90° - 270°) เส้นสลับเส้น จากนั้นจึงส่งไปผสมกับสัญญาณความถี่ R-Y ในวงจร V-AM. ซับแคเรียออสซิลเลเตอร์ ได้เป็นสัญญาณ V

สัญญาณ V และ U จะถูกส่งมารวมตัวกันอีกครั้ง จากนั้นหลังจากที่เติมสัญญาณ เบิร์สท์ลงไปแล้ว ก็รวมตัวกับสัญญาณ Y ในวงจร Y.C.MIX. เพื่อก่อรูปเป็นสัญญาณคอม โพสิทีวีดีโอของมาตรฐาน PAL ส่งออกไปทางเอาต์พุต

การสร้างสัญญาณเบิร์สท์ของ PAL ใช้วิธีแยกเอาซับแคเรียส่วนหนึ่งจากวงจรซับ แคเรียออสซิลเลเตอร์ มาเลื่อนเฟสให้ผิดไปจากเดิม 180° เฟสชิฟท์ จากนั้นจะแกว่งไกว เฟสของสัญญาณเบิร์สท์ให้เปลี่ยนแปลงผิดไปจากเดิม 45° คือเป็น 135° และ 225° เส้น สลับเส้นที่วงจร 45° สวิกกิงเบิร์สท์ และส่งเข้าวงจรเบิร์สท์เกทเพื่อแยกเอาสัญญาณ เบิร์สท์ประมาณ 8-12 ไซเคิล ตรงช่วงจังหวะนำหลังของฮอริซอนตัลแบลงกิ้ง เดิมลงไป บนสัญญาณ U และ V เพื่อก่อรูปเป็นสัญญาณคอมโพสิทีโครม่า

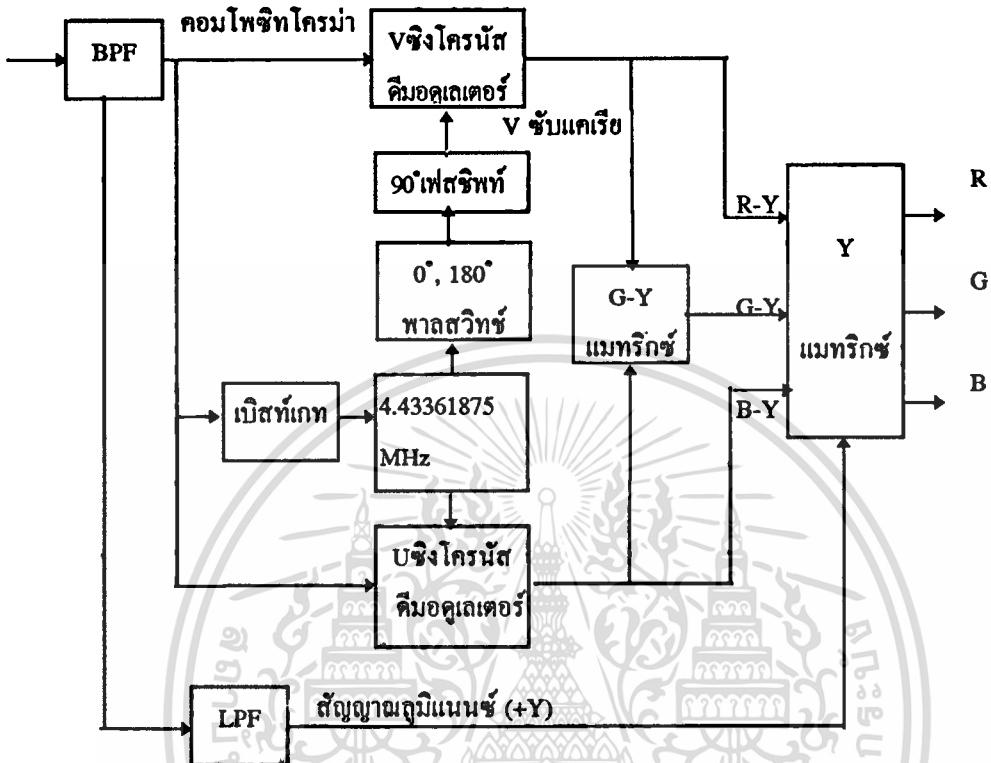
สัญญาณลูมิแนนซ์(Y)หลังจากที่รวมตัวกับสัญญาณซิงค์ อีควัลไลซิ่งและแบลงกิ้ง แล้วจะไปรวมตัวกับสัญญาณคอมโพสิทีโครม่าเพื่อก่อรูปเป็นสัญญาณคอมโพสิทีวีดีโอ

3.7 ภาคคีโด็คเคอร์ มาตรฐาน PAL

การทำงานของภาคคีโด็คเคอร์ มาตรฐาน PAL ระบบ B (รูปที่ 3.13)

สัญญาณคอมโพสิทีวีดีโอมาตรฐาน PAL ระบบ B ที่ป้อนเข้ามาทางอินพุตของ ภาคคีโด็คเคอร์จะถูกแยกออกเป็น 2 ทาง โดยทางแรก BPF แยกเอาส่วนของสัญญาณ โครม่า (สี) ทางปลายแบนด์ด้านความถี่สูง ของสัญญาณภาพซึ่งอยู่ระหว่าง 4-5 MHz แยก ออกมา

คอมโพสิต



รูปที่ 3.13 ภาคสีโค้ดเดอร์ มาตรฐาน PAL

สัญญาณที่ผ่านออกมาทาง BPF เรียกว่าคอมโพสิตโครมา (เพราะมีทั้งสัญญาณเบิร์ตและโครมา) จะถูกส่งเข้า 3 ภาคด้วยกัน ภาคแรกคือเบิร์ตเกต ซึ่งทำหน้าที่แยกเอาเฉพาะส่วนสัญญาณเบิร์ตออกมาจากสัญญาณคอมโพสิตโครมา เพื่อส่งป้อนเข้าไปควบคุมการสร้างความถี่ของ 4.43361875 MHz ขับเคลื่อนออสซิลเลเตอร์เพื่อให้สร้างขับแคเรีย 4.4336187 MHz ออกมาโดยมีความถี่และเฟสตรงกับขับแคเรียที่สร้างขึ้นทางสถานีส่ง อีกด้านหนึ่งสัญญาณโครมาซึ่งประกอบด้วยสัญญาณ U และ V สัญญาณ V จะถูกส่งป้อนเข้าภาค V ริงโครนัสคีมอดูเลเตอร์ และ U ริงโครนัสคีมอดูเลเตอร์ เพื่อแยกเอาสัญญาณ V และ U ออกจากกัน วิธีการแยกสัญญาณ U และสัญญาณ V นั้น จะต้องจัดเฟสของขับแคเรียให้ตรงกับที่ผสมมาจากแต่ละสัญญาณจากนั้นป้อนขับแคเรียของสัญญาณทั้งสองให้วงจรคีมอดูเลเตอร์ก็จะได้สัญญาณ U และ V เอาท์พุท แยกออกมาจากคอมโพสิตโครมา

ชั้นแคเรียที่ผสมมากับสัญญาณ U มีเฟส 0° ดังนั้นชั้นแคเรียจากออสซิลเลเตอร์จึงส่งเข้าวงจร U จึงโครนีสติมอดูเลเตอร์โดยตรงเพื่อทำการแยกสัญญาณ U

ชั้นแคเรียที่ผสมมากับสัญญาณ V เนื่องจากถูกสลับเฟสให้แกว่งไกวไปเร็วช้ากว่าสัญญาณ $U \pm 90^\circ$ เส้นสลับเส้น ตามหลักการของ PAL

ดังนั้นทางเดินของชั้นแคเรียจากออสซิลเลเตอร์จึงต้องผ่านวงจร $0^\circ - 180^\circ$ พาสสวิตช์และ 90° เฟสชิฟท์ เพื่อทำการสลับเฟสชั้นแคเรียให้ตรงกันกับของสัญญาณ V เสียก่อน จึงสามารถส่งเข้าไปทำการแยกสัญญาณ V ที่วงจร V จึงโครนีสติมอดูเลเตอร์

เนื่องจากสัญญาณ V และ U จะถูกลดความแรงให้ต่ำกว่าปกติ (WEIGHTING) มาจากทางเครื่องส่ง ดังนั้นที่วงจรติมอดูเลเตอร์ของสัญญาณทั้งสอง นอกจากจะแยกสัญญาณแล้วยังต้องคืนความแรงของสัญญาณทั้งสองให้กลับสู่ปกติอีก จึงได้เป็นสัญญาณเอาร์ทูท R-Y ออกจากวงจร V จึงโครนีสติมอดูเลเตอร์

การก่อรูปสัญญาณความต่างสี G-Y สัญญาณ R-Y และ B-Y จะถูกแยกออกมาทางหนึ่งเพื่อทำการก่อรูปสัญญาณ G-Y โดยใช้สูตร

$$G-Y = -0.51 (R-Y) - 0.186 (B-Y)$$

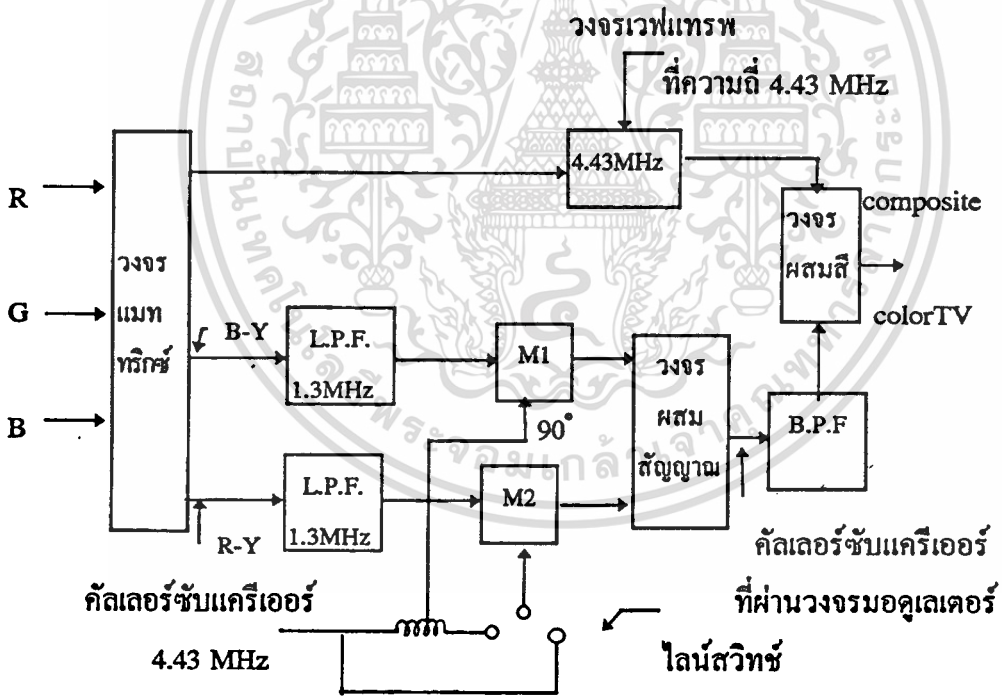
เมื่อได้สัญญาณความต่างสีครบ 3 สัญญาณแล้ว จะส่งไปเข้าวงจร Y แมทริกซ์เพื่อแยก -Y ที่ปนมากับสัญญาณแม่สีทั้งสามคือ R-Y, G-Y และ B-Y ด้วยการส่งสัญญาณลุมิแนนซ์ (+Y) เข้าไปหักล้างกับสัญญาณทั้งสามเพื่อให้เหลือแต่เพียงสัญญาณแม่สีล้วน ๆ คือ R, G และ B ป้อนให้หลอดภาพ เพื่อสร้างภาพสีขึ้นที่หน้าจอเครื่องรับ

3.8 โทรทัศน์สีระบบ พี.เอ.แอล. (PAL color TV system)

โทรทัศน์สีระบบ พี.เอ.แอล. เป็นโทรทัศน์สีที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโทรทัศน์สีระบบ เอ็น.ที.เอส.ซี. แต่ได้รับการเสริมแต่งแก้ไขให้มีความแตกต่างกันอยู่หลายอย่าง เรื่องที่สำคัญก็คือ ได้รับการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความผิดเพี้ยนทางเฟสและอัมพลิจูด (phase and amplitude distortion) โดยปกติ การส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่และอัมพลิจูดแตกต่างกัน ผ่านวงจรขยายสัญญาณหรือวงจรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะทำให้ต้องใช้เวลานานมากน้อยและมีการขยายมากน้อยแตกต่างกันออกไปตามแต่ความถี่ และอัมพลิจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสัญญาณโทรทัศน์ ซึ่งจะมีผลต่อสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี และสัญญาณคัลเลอร์ ซับแครีเออร์มาก ความผิดเพี้ยนเหล่านี้จะทำให้ภาพสีของเครื่องรับโทรทัศน์สีมีสีสันทันผิดเพี้ยนไปจากภาพสีของเครื่องส่งโทรทัศน์สี ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องแก้ไข โทรทัศน์สีระบบ เอ็น.ที.เอส.ซี. ได้แก้ไขเรื่องนี้โดยการพิจารณาออกแบบวงจรที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสม แต่โทรทัศน์สีระบบ ที.เอ.แอล. มีวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาในเรื่องนี้โดยวิธีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีให้มีเฟสแตกต่างกันหนึ่งร้อยแปดสิบองศา สลับกันไปในแต่ละช่วงเวลาที่มีการสแกนทางแนวนอน หลักการของโทรทัศน์สีระบบ ที.เอ.แอล. นี้ ได้แสดงไว้แล้วในที่ 3.14 โดยกล่องโทรทัศน์สีจะทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าจากแสงสีแดง-แสงสีเขียว-แสงสีน้ำเงิน โดยมีขนาด R,G,B ตามลำดับ สัญญาณแสงสีทั้งสามสี จะผสมกันในวงจรแมทริกซ์ (matrix circuit) ซึ่งจะทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ



รูปที่ 3.14 คัลเลอร์โคดีเคอร์ (color coder) ของโทรทัศน์สีระบบPAL

หรือสัญญาณส่องสว่าง Y กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีสองสัญญาณ คือ U กับ V ซึ่งเป็นผลต่างของสัญญาณแสงสีแดงกับสัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณแสงสีน้ำเงินกับ

สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal)

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal)

$$U = 0.493(B - Y)$$

$$V = 0.877(R - Y)$$

สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี จะเกี่ยวข้องกับแต่เฉพาะสัญญาณจากแสงสีแดงและสัญญาณจากแสงสีน้ำเงิน ส่วนสัญญาณที่เกิดจากแสงสีเขียวจะหายไป ฉะนั้น เครื่องรับโทรทัศน์สีจะต้องมีวงจรพิเศษทำให้เกิดสัญญาณนี้เกิดขึ้นมาได้ เพื่อตรวจสอบว่าสัญญาณ (G-Y) เกิดขึ้นอย่างไรหรือไม่ จากสัญญาณต่าง ๆ ที่มีอยู่สามสัญญาณ คือ Y, U, V จำเป็นต้องมีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$0.299R + 0.587G + 0.114B - Y = 0 \quad (1)$$

ในทำนองเดียวกัน $Y = (0.299 + 0.587 + 0.114) Y$, หรือ

$$0.299Y + 0.587Y + 0.114Y - Y = 0 \quad (2)$$

$$(1) - (2)$$

$$0.299(R - Y) + 0.587(G - Y) + 0.114(B - Y) = 0 \quad \text{หรือ}$$

$$0.587(G - Y) = 0.299(R - Y) - 0.114(B - Y) \quad \text{หรือ}$$

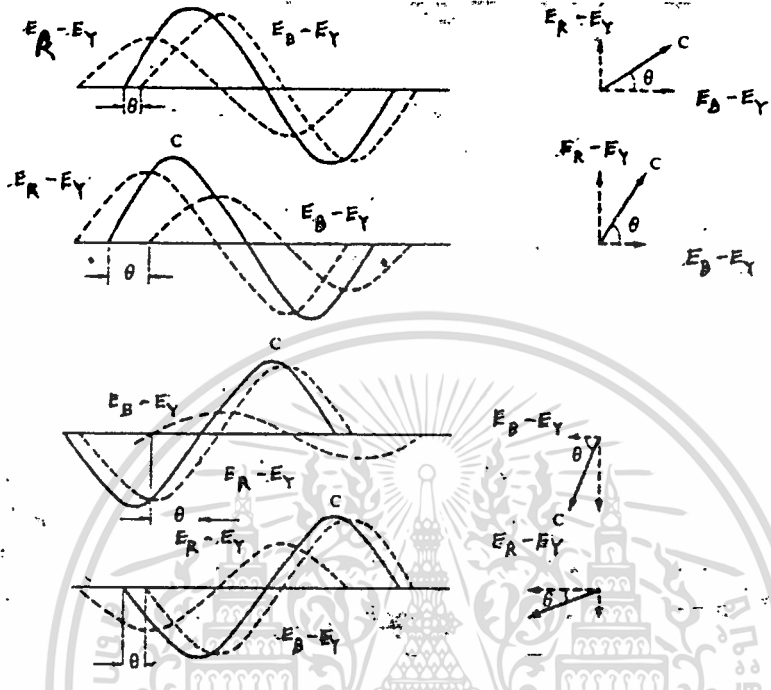
$$(G - Y) = -0.51(R - Y) - 0.19(B - Y)$$

ฉะนั้น เมื่อทราบค่าของสัญญาณ Y, (R-Y), (B - Y) เราก็สามารถหาค่าของสัญญาณ (G - Y) ได้ และสามารถทำให้เกิดภาพสีทางจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สีได้ด้วย สัญญาณ (R-Y) นี้ ได้ และสามารถทำให้เกิดภาพสีทางจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สีได้ด้วย สัญญาณ (R - Y) กับ (B - Y) นี้ ต้องถูกลดความแรงลงมาให้เป็นสัญญาณ U กับ V เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด over modulation ขึ้นทางเอ็นโค้ดเดอร์ (encoder) ของเครื่องส่งโทรทัศน์เกิน 133% โดยถือเอาระดับของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง Y เป็นระดับอ้างอิง การส่งโทรทัศน์สีระบบ ที.เอ.แอล.ก็มีหลักการคล้าย ๆ กันกับการส่งโทรทัศน์สีระบบ เอ็น.ที.เอส.ซี. โดยใช้วิธีการของ double modulation AM-AM สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี U กับ V จะผ่านเข้าไปยังเอ็นโค้ดเดอร์ (encoder) ซึ่งมี balanced modulator อยู่สองชุด แต่ละชุดจะใช้คัลเลอร์จับแคเรียอร์

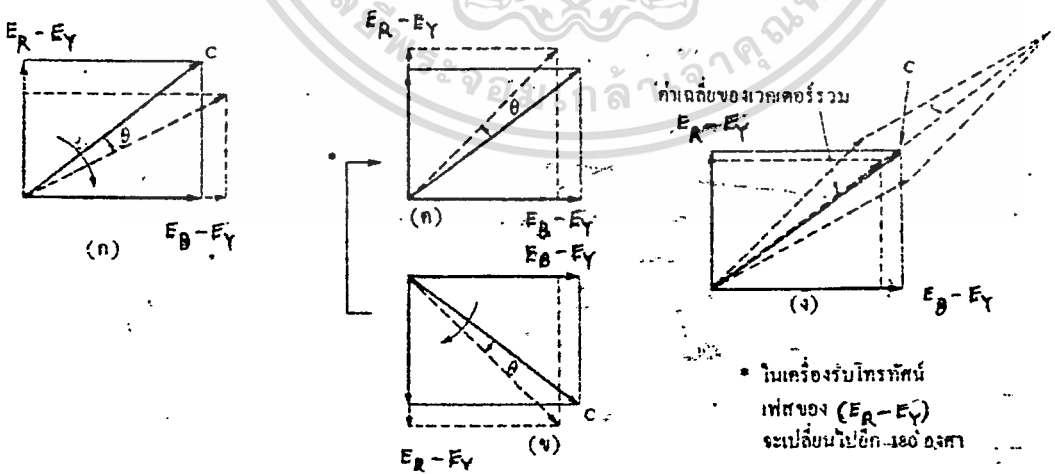
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(color subcarrier) ซึ่งมีความถี่เดียวกัน แต่มีเฟส (phase angle) ต่างกันอยู่ 90° รวมทั้งคลื่นพาห้กัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ซุคหนึ่งจะต้องผ่าน 0/180 ที.เอ.แอล.สวิตช์ (PAL switch) เพื่อทำหน้าที่ปิดเปิดสลับเฟสของกัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ ในทุก ๆ การสแกนเส้นค้หรือการสแกนเส้นค้แล้วแต่กรณีผลล้พ้ที่้ได้จากมอดูเลเตอร์เหล่านี้ ก็คือสัญญาณทางไฟฟ้าสองซุค ซึ่งแต่ละซุคจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated suppressed carrier double sidebands และสัญญาณทางไฟฟ้าทางมอดูเลเตอร์ตัวหนึ่ง จะมีค่าเฟสของกัลเลอร้ซ้บแคริเออร์สลับกันไปมา ระหว่าง 0 องศา กับ 180 องศา ในแต่ละการสแกนเส้นค้หรือการสแกนเส้นค้แล้วแต่กรณี สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีเหล่านี้จะนำไปรวมกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่งสว่าง และสัญญาณอื่น ๆ เสียก่อน แล้วจึงจะใช้คลื่นพาห้ในเครื่องส่งโทรทัศน์นำออกอากาศในวิธีการของ amplitude modulation สัญญาณที่เกิดขึ้นจึงอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated double sidebands ซึ่งมีขนาดกว้างประมาณ 5 เมกกะเฮิร์ตซ์ หลังจากสัญญาณเหล่านี้ผ่านวงจร vestigial sideband filter แล้วก็ช่วยลดไซด์แบนด์ด้านต่ำ (lower sideband) ลงบ้าง และจะส่งไซด์แบนด์ด้านสูง

รูปที่ 3.15 เป็นรูปที่้แสดงให้ทราบว้ กัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ จะมีอัมปลิจูด (amplitude) และเฟส (phase angle) แตกต่างไปจากสัญญาณ (R-Y) หรือสัญญาณ V กับสัญญาณ (B-Y) หรือสัญญาณ U ส่วนรูปที่้ 3.16 เป็นรูปที่้แสดงให้ทราบว้ การสลับค่าเฟสของกัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ไปมาระหว่าง 0° กับ 180° นั้น จะสามารถช่วยปรับปรุงแก้ไขให้ลดการผิดเพี้ยนทางเฟส (phase distortion) ที่้เกิดขึ้นในระหว่างการส่งสัญญาณโทรทัศน์ จากเครื่องส่งโทรทัศน์มายังเครื่องรับโทรทัศน์ได้ โดยสมมติว้ ในรูปที่้ 3.16 (ก) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (R-Y) , (B-Y) และสัญญาณกัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ที่้เครื่องรับโทรทัศน์ ควรจะสามารถรับไว้ได้ แสดงไว้โน้เส้นซ้ด (full line) แต่เนื่องจากการสาเหตุบางอย่าง ทำให้เกิดการผิดเพี้ยนทางเฟสขึ้น ทำให้เฟสของสัญญาณกัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ที่้ควรจะได้รับจริง นำหน้าเฟสของสัญญาณกัลเลอร้ซ้บแคริเออร์ที่้ได้รับไว้จริงในเครื่องรับโทรทัศน์สิ้ เป็นมุม θ องศา สัญญาณที่้เกิดการผิดเพี้ยนขึ้นนี้ ได้แสดงไว้ด้วยเส้นประ (dotted line) ระยะเวลาที่้เกิดการผิดเพี้ยนเป็นมุม θ นี้ สมมติว้ เกิดขึ้นในระยะเวลาที่มีเส้นสแกนทางแนวนอนเส้นที่้หนึ่ง



รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์ของเวกเตอร์ (R - Y), (B - Y)



รูปที่ 3.16 การแก้ไขความผิดเพี้ยนทางเฟส

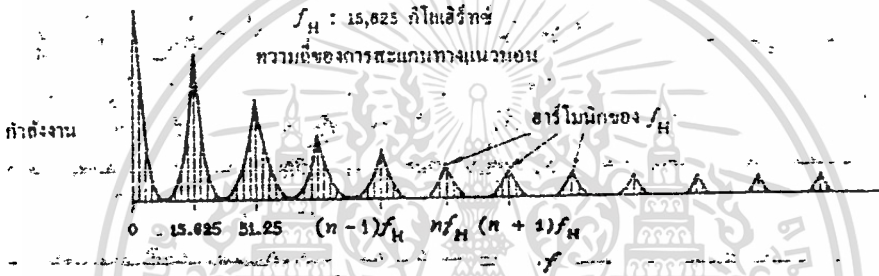
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการสลับเฟสของสัญญาณ (R-Y) หรือสัญญาณวี (upper sideband) เดิมที่ ซึ่งจะทำให้มีค่าแบนด์วิดท์ทั้งสิ้น (overall RF bandwidth) ประมาณ 7 เมกกะเฮิร์ตซ์ซึ่งเท่ากับแบนด์วิดท์ของช่องโทรทัศน์ขาวดำในระบบยุโรปพอดี สำหรับแบนด์วิดท์ของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีซึ่งเกิดจาก U กับ V นั้น สามารถกำหนดให้มีค่าประมาณ 1.3 เมกกะเฮิร์ตซ์ ถึง 1.5 เมกกะเฮิร์ตซ์ เท่ากันทั้งสองสัญญาณได้

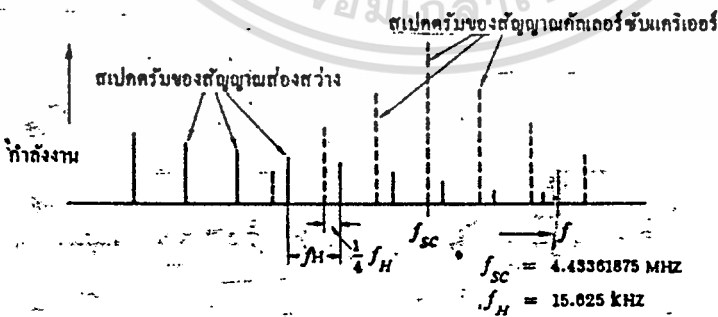
ต่อมาในระยะเวลาที่มีเส้นสแกนทางแนวนอนเส้นที่สอง วงจรต่าง ๆ ในเครื่องรับโทรทัศน์สี จะช่วยเปลี่ยนเฟสของสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ไปอีก 180 องศา จากเดิมสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์และสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (R-Y) ,(B-Y) จึงเปลี่ยนไปตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.16 (ข) อย่างไรก็ตาม วงจรคัลเลอร์ดีมอดูเลเตอร์ จะทำให้เฟสของสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ และสัญญาณ (R-Y) เปลี่ยนไปอีก 180 องศา จากเดิมนั้น สัญญาณต่าง ๆ ที่กล่าวถึง จึงมีรูปร่างตามที่ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.16 (ค) โดยเฟสของสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ที่ควรจะได้รับตามหลังเฟสของสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ที่เครื่องรับโทรทัศน์สีได้รับไว้จริงเป็นมุม θ องศา เมื่อนำผลที่ได้รับในรูปที่ 3.16(ค) กับผลของรูปที่ 3.16 (ง) ซึ่งแสดงว่าการสลับเฟสของสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ไปมาระหว่าง 0 องศา กับ 180 องศา ในทุก ๆ ช่วงเวลาที่มีเส้นสแกนทางแนวนอนนั้น จะเป็นการช่วยเหลือปรับปรุงแก้ไขให้การคิดเทียบทางเฟสที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการส่งโทรทัศน์สีให้ลดน้อยลงหรือถือได้ว่าหมดไปเลย

การเลือกใช้ความถี่ของคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ของโทรทัศน์สีระบบ พี.เอ.แอล. มีปัญหายุ่งยากมาก เคยมีการทดลองเลือกใช้ความถี่ฮาร์โมนิกที่ 567 ของสัญญาณที่มีค่าความถี่ครึ่งหนึ่งของความถี่ที่ใช้ในการสแกนทางแนวนอน มาเป็นความถี่ของคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.17 โดยหากใช้ความถี่ของการสแกนทางแนวนอนเป็น 15,625 เฮิร์ตซ์ ความถี่ของคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ก็จะมีค่า 4.4296875 เมกกะเฮิร์ตซ์ อย่างไรก็ตาม ภาพที่รับได้ทางเครื่องรับโทรทัศน์สี ยังคงมีปัญหาในเรื่องการรบกวนกันกับสัญญาณอื่น เพราะเฟสของสัญญาณแสงสี (R-Y) ต้องเปลี่ยนเป็นค่าบวกลบสลับกันไปมาในทุก ๆ ช่วงเวลาที่มีการสแกนเส้นสี หรือช่วงเวลาที่มีการสแกนเส้นคู่ ผลของการทดลองเลือกใช้ความถี่ของคัลเลอร์ซับแคเรียอร์ พบว่า อาการรบกวนจะไม่มีเลย เมื่อใช้คัลเลอร์ซับแคเรียอร์ที่มีความถี่ $(284-1) (f_H) + (f_H/625)$ เฮิร์ตซ์ หรือหากความถี่ของการสแกนทางแนวนอน f_H มีค่า 15,625 เฮิร์ตซ์ จะพบว่า ความถี่ของสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียอร์จะมีค่า 4.43361875 เมกกะเฮิร์ตซ์ ฮาร์โมนิกต่าง ๆ ของความถี่ในการสแกนทาง

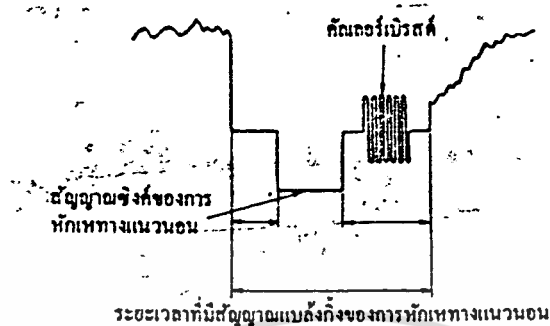
ทางแนวนอน (f_H) ความถี่ของคัลเลอร์จับแคเรียอร์ จะอยู่ห่างจากฮาร์โมนิกที่ 284 ของความถี่ในการสะแกนทางแนวนอนประมาณ($f_H/4$) ตามที่แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.18 ระบบการใช้คัลเลอร์จับแคเรียอร์โดยวิธีการนี้ เรียกว่า quarter line offset system ค่าของ ($f_H/625$) หรือ 25 เฮิรตซ์ ที่นำมาเพิ่มให้ความถี่ของคัลเลอร์จับแคเรียอร์ เป็นการลดอาการรบกวนที่เกิดจากจุดเล็ก ๆ ของภาพสีในจอภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สี



รูปที่ 3.17 ฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นในสัญญาณส่องสว่าง



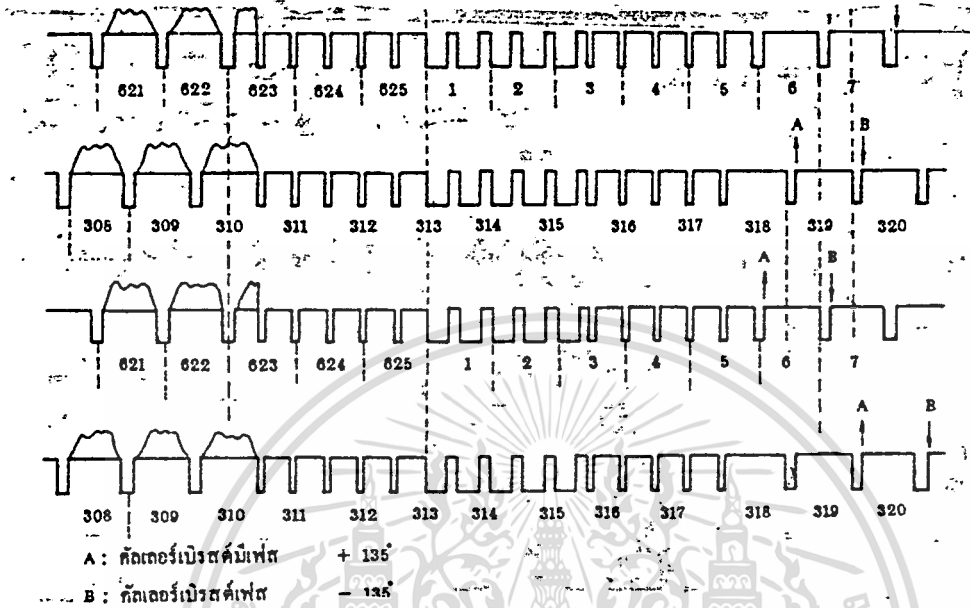
รูปที่ 3.18 ฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นในสัญญาณส่องสว่างและสัญญาณคัลเลอร์จับแคเรียอร์



รูปที่ 3.19 คลื่นเออร์เบิร์ต

เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีปรากฏอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated suppressed-carrier double-sidebands จึงจำเป็นต้องส่งสัญญาณซิงค์ของภาพสี หรือที่เรียกว่า คลื่นเออร์เบิร์ต (color burst) ไปช่วงเวลา back porch ของซิงค์พัลส์ทางแนวนอน ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.19 สัญญาณซิงค์ของภาพสีนี้ จะทำให้วงจรผลิตคลื่นเออร์รับแคเรียร์ที่มีความถี่ 4.43 เมกกะเฮิรตซ์ ในเครื่องรับโทรทัศน์สีทำงานได้ถูกต้อง เฟสของสัญญาณของคลื่นเออร์เบิร์ตจะอยู่ล้าหน้าสัญญาณแสงสี (B-Y) อยู่ประมาณ $+135$ องศา ตามที่แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.20 ฉะนั้น ในการส่งสัญญาณซิงค์ของภาพสี จึงจำเป็นต้องเลือกทำให้เฟสของสัญญาณคลื่นเออร์เบิร์ต มีค่า $+135^\circ$ เมื่อเทียบกับสัญญาณ (B-Y) ในระยะเวลาของการสแกนฟิลด์แรกและฟิลด์ต่อ ๆ ไป ตามที่แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของสัญญาณภาพสีรวม (colorplexed composite video signal) ที่ใช้ในโทรทัศน์สีระบบ ที.เอ.แอล. ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) ซึ่งอยู่ในรูปร่างของ amplitude modulated suppressed carrier sidebands สัญญาณซิงค์ สัญญาณแบล็กคิง สัญญาณอิกควิลไลซิง และสัญญาณซิงค์ของภาพสี (color sync signal) ที่เรียกว่า คลื่นเออร์เบิร์ต (color burst) ส่วนประกอบของสัญญาณต่าง ๆ ที่แสดงไว้ดังรูป

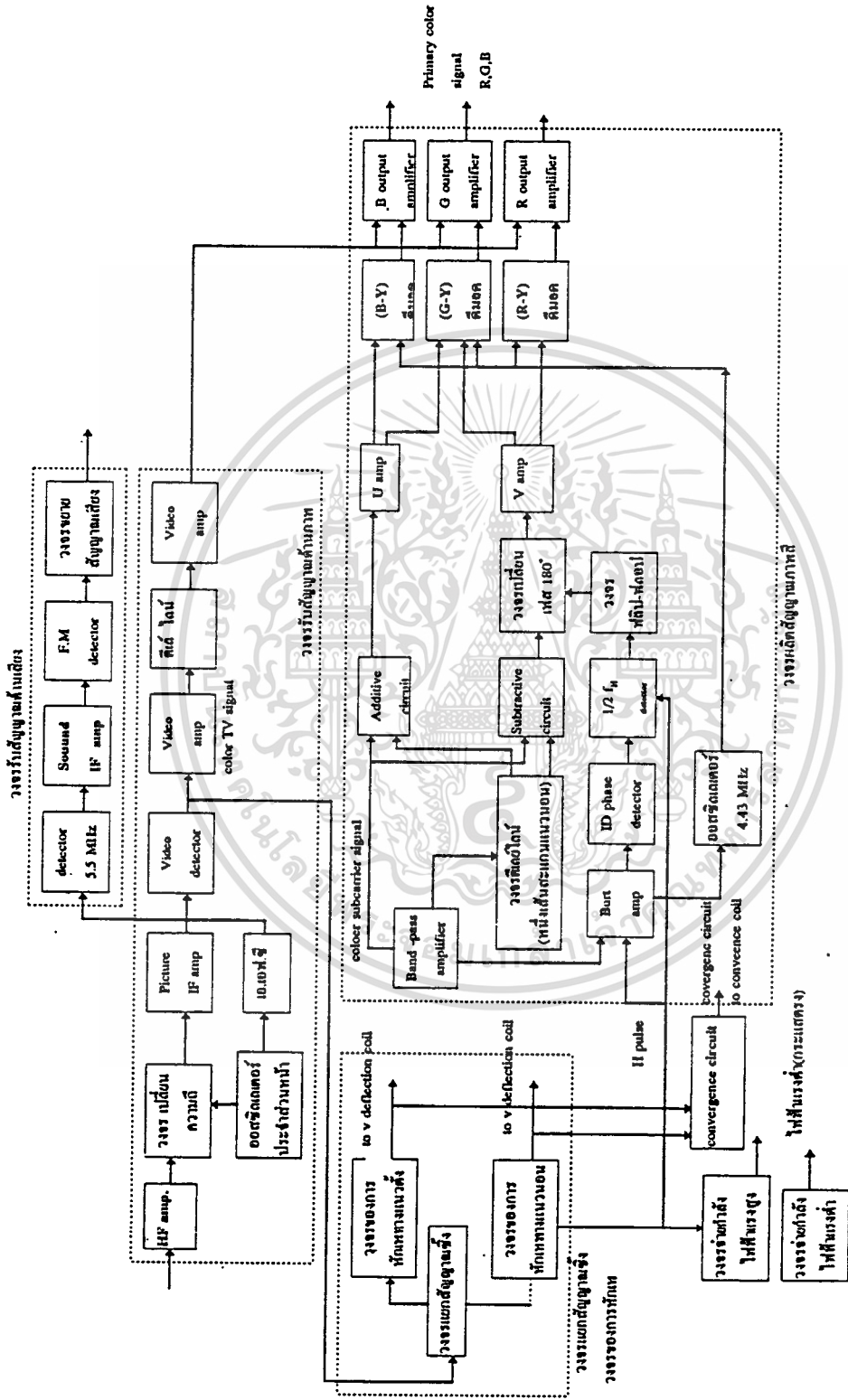


รูปที่ 3.21 เฟสของคัลเลอร์เบรสคี่

เส้นสแกนทางแนวนอนเส้นที่ m = 0, 2, 4, ---
 $\cos(\omega t + mn)$ = $+\cos(\omega t)$
 เส้นสแกนทางแนวนอนเส้นที่ m = 1, 3, 5, ---
 $\cos(\omega t + mn)$ = $-\cos(\omega t)$

สัญญาณ โทรทส์นที่ให้ภาพสี (chrominance signal) จะประกอบด้วยสัญญาณ $\pm V\cos(\omega t)$ ซึ่งสลับเครื่องหมายขบกลบในช่วงเวลาที่มีการสแกนทางแนวนอนเส้นที่ หรือในช่วงเวลาของการสแกนทางแนวนอนเส้นคู่ตามลำดับ

chrominance signal = $U\sin(\omega t) + V\cos(\omega t)$
 = $S \sin(\omega t + \theta)$
 ในเมื่อ S^2 = $U^2 + V^2$
 $\tan(\theta)$ = V/U



รูปที่ 3.22 การทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ระบบ PAL

การทำงานของ 0/180 พี.เอ.แอล.สวิตช์ (PAL switch) จะทำให้สัญญาณจาก วิ.มอดูเลเตอร์ มีเครื่องหมายบวกลบสลับกัน ไปมาในแต่ละช่วงเวลาของการสแกนทางแนวนอนเส้นคู่ หรือแต่ละช่วงเวลาของการสแกนทางแนวนอนของเส้นคู่ ซึ่งจะมีผลทำให้เฟสของ สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี มีค่าเป็นบวกหรือลบก็ได้

ในการรับโทรทัศน์ระบบ พี.เอ.แอล. ซึ่งได้แสดงแผนผังของเครื่องรับโทรทัศน์ระบบนี้ ไว้แล้ว วงจรที่ใช้แยกแอสซิง-แอสซิงซิว-แอสซิงน้ำเงิน ออกจากสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) จะใช้วงจรดีเลย์ไลน์ (delay line) ซึ่งมีค่าไทม์ดีเลย์ (time delay) ประมาณ 64 ไมโครวินาที หรือเท่ากับระยะเวลาของการสแกนทางแนวนอน เพื่อช่วยเหลือทำให้สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีที่ผ่านวงจรดีเลย์ไลน์นี้ ได้รวมกันกับ สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีเดิม เพื่อทำให้เกิดสัญญาณ U กับ V ก่อนนำส่งไปยังวงจร คัลเลอรีคิมมอดูเลเตอร์ต่อไป การแยกสัญญาณ U กับ V จากสัญญาณโทรทัศน์สี โดยการ ใช้วงจรดีเลย์ไลน์ ช่วยเหลือนี้ อาจเข้าใจได้ง่ายขึ้น หากใช้รูปร่างของสัญญาณเป็น complex form ($e^{j\omega t}$) แทนการเขียนรูป trigonometry form ($\sin \omega t$) ดังต่อไปนี้

$$\text{chrominance signal } C = (S e^{j\omega t}) (e^{j\theta})$$

ในเมื่อ $j = \sqrt{-1}$ ซึ่งเป็นตัวเลขจินตภาพ (imaginary number) ค่าของเฟส (phase angle) จะเป็นบวกหรือลบในระยะเวลาของการสแกนทางแนวนอนเส้นคู่หรือเส้นคู่แล้วแต่กรณี t คือ ระยะเวลาและ ω หมายความว่า ความถี่เชิงมุม (angular frequency)

สมมติว่า θ เป็นบวก ที่เส้นสแกนทางแนวนอน $(2n-1)$, $n = 1, 2, 3, \dots$

θ เป็นลบ ที่เส้นสแกนทางแนวนอน $(2n)$, $n = 1, 2, 3, \dots$

เราจึงมีข้อกำหนดว่า

$$C_{(2n-1)} = (S e^{j\omega t}) (e^{j\theta})$$

$$C_{(2n)} = (S e^{j\omega t}) (e^{-j\theta})$$

สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีเส้นสแกนทางแนวนอน $(2n)$ จะผ่านวงจรดีเลย์ไลน์ ซึ่งมีค่าไทม์ดีเลย์เท่ากับระยะเวลาที่ใช้ไปในการสแกนทางแนวนอนหนึ่งเส้น แล้วจึงนำ สัญญาณนี้มารวมกันหรือหักออกจากค่าของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี

ที่เส้นสแกนทางแนวนอน $(2n-1)$ และจะทำให้เกิดสัญญาณ U กับ V ขึ้นโดยเหตุการณ์
จำนวน ดังนี้

$$U = S \cos(\theta) = (S/2)(e^{j\theta} + e^{-j\theta})$$

$$V = S \sin(\theta) = (S/2)(e^{j\theta} - e^{-j\theta})$$

ฉะนั้น

$$C_{(2n-1)} - C_{(2n)} = (S)(e^{j\omega t})(e^{j\theta} + e^{-j\theta})$$

$$= (2e_U)(e^{j\omega t})$$

$$C_{(2n-1)} + C_{(2n)} = (S)(e^{j\omega t})(e^{j\theta} - e^{-j\theta})$$

$$= (2e_V)(e^{j\omega t})$$

สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสีว่าง Y กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้
ภาพสี U และ V จะนำผสมกันในวงจรแมทริกซ์ (matrix circuit) เพื่อทำให้เกิดสัญญาณ
แม่สีทั้งสาม คือ สัญญาณแสงสีแดง-สัญญาณแสงสีเขียว-สัญญาณแสงสีน้ำเงิน ต่อไปตาม
ต้องการ

บทที่ 4

ทฤษฎีและหลักการสร้างสัญญาณแถบสี (NTSC และ PAL)

4.1 สัญญาณแถบสี (NTSC และ PAL)

แถบสีมาตรฐานที่ปรากฏบนจอเครื่องรับโทรทัศน์สีนั้นมี 8 แถบอยู่ในแนวตั้ง แต่ละแถบจะมีขนาดความกว้างเท่ากันหมดประกอบด้วยสีแม่สี 3 สี จะเรียงตามลำดับจากซ้ายไปขวาดังนี้

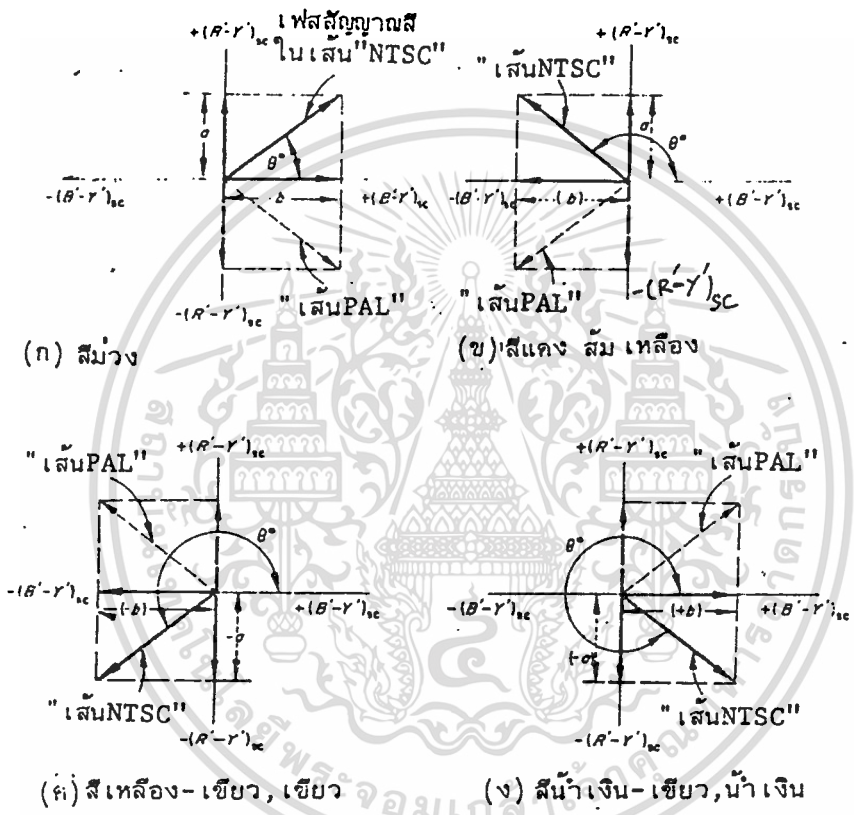
สีขาว สีเหลือง สีฟ้า สีเขียว สีม่วง สีแดง สีน้ำเงินและสีดำ

ในเครื่องรับขาวดำ จะมองเห็นแถบสีขาวสุดและค่อยๆ ลดลงมาเป็นสีเทาและสีดำ ในที่สุดจากซ้ายไปขวา ความสว่างจะลดลงไม่เป็นสัดส่วนที่แน่นอน การศึกษาเกี่ยวกับรูปคลื่นของแถบสีจะทำให้เข้าใจในธรรมชาติของสัญญาณโทรทัศน์สีดีขึ้น สัญญาณแถบสีนี้สร้างมาจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแสงสว่างหรือกล้องไม่มีความจำเป็น สัญญาณที่สร้างนี้เพื่อทดสอบการทำงานของระบบ ในทางปฏิบัติที่ใช้กล้องถ่ายจริงๆอาจจะไม่เหมือนกันก็ได้

เนื่องจากความสูงของสัญญาณเป็นสิ่งสำคัญเราจึงกำหนดให้ระดับสีดำเป็นศูนย์และระดับสีขาวสูงสุดเป็น 1 สำหรับสัญญาณเชิงคี่มีค่าเป็น 0.43 ต่ำกว่าศูนย์ ในบางครั้งจะกำหนดมาตรฐานจากระดับสีขาวสูงสุดถึงเชิงคี่เป็น 1 โดยแบ่งให้ระดับสีขาวถึงสีดำเป็น 0.7 และระดับสีดำถึงสัญญาณเชิงคี่เป็น 0.3 การมอดูเลตความสูงแบบ QUADRATURE AMPLITUDE MODULATE Q.A.M.

สัญญาณสีทั้งระบบ PAL และ NTSC ใช้ระบบการรวมแบบ Q.A.M. ซึ่งวิธีการรวมจะแตกต่างกันสำหรับบทนี้จะได้กล่าวถึงสัญญาณสีแบบ Q.A.M. ซึ่งมีคลื่นพาหะที่เป็นคลื่นไซน์ (SINEWAVE) 2 คลื่น มีมุมต่างกัน 90 องศา คลื่นหนึ่งจะมีอัตราส่วนแปรตามความสูงของความแตกต่างสี (R-Y) และอีกคลื่นจะเป็น (B-Y) เนื่องจาก (R-Y) และ (B-Y) เนื่องจาก (R-Y) และ (B-Y) เป็นได้ทั้งบวกและลบ ดังนั้นคลื่นพาหะรอนนั้นนอกจากตัวแทนค่าความสูงของสัญญาณทั้งสองแล้วยังต้องแสดงถึงขั้วของสัญญาณด้วย นั่นคือสัญญาณความแตกต่างสีจะทำให้คลื่นพาหะรอนกลับขั้ว (เปลี่ยนเฟสไป 180 องศา) จะเห็นได้ว่าคลื่นไซน์แต่ละคลื่นจะมี 2 เฟส เฟสที่แสดงถึง +(B-Y) แทนด้วยมุม 0 องศา และจะเปลี่ยนไป 180 องศา เมื่อ (B-Y) เป็นลบ คลื่นไซน์ อีกคลื่นหนึ่งจะเท่ากับ +90 องศา

เมื่อ (R-Y) เป็นบวกและ +270 องศา(-90 องศา) เมื่อ (R-Y) เป็นลบ มุมต่างๆนี้แสดงโดย PHASOR (VECTOR) DIAGRAM ในรูปที่ 4.1 เวกเตอร์ที่แสดงถึงมุมและความยาวนั้น เป็นการแทนขั้วและความสูงของสัญญาณความแตกต่างสีตามลำดับ



รูปที่ 4.1-เฟสของสัญญาณสี (ดูตารางที่ 4.1)

สัญญาณสีเกิดจากการนำสัญญาณคลื่นไซน์ 2 คลื่นมารวมกัน เมื่อคลื่นไซน์ที่มีความถี่เท่ากันแต่มีมุมไม่เท่ากันมารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้ก็ยังคงเป็นคลื่นไซน์อยู่ ความสูงและมุมของสัญญาณสีก็จะหาได้จากการรวมกันธรรมดาหรือจากการคำนวณง่ายทางเรขาคณิต สำหรับในกรณีของสัญญาณ PAL คลื่นพาหะรองไซน์ของ (R-Y) กลับมุมของตัวเอง (180 องศา)ในแต่ละเส้นเว้นเส้น เช่น สีแดง ในสัญญาณ (R-Y) ของระบบ NTSC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีมุม +90 องศา ในเส้นต่อมาอีก การที่ (R-Y) เปลี่ยนมุมกลับไปกลับมา (PHASE ALTERNATION LINE BY LINE) นี้จึงเรียกว่าระบบ PAL

มุมของสัญญาณสีนี้อาจอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งของวงกลม ซึ่งเราแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเพราะว่ามันมีความเป็นไปได้ของขั้ว(POLARITY)ของสัญญาณนี้ถึง 4 อย่างในตาราง 4.1 และรูป 4.1 ถ้าให้ a และ b แทนความสูงของความถี่ไซน์ของคลื่นพาหะรอง (R-Y) และ(B-Y) ตามลำดับแล้ว จะได้ความสูงของสัญญาณสี Ch คือ

$$Ch = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

สี	ขั้วสัญญาณ		เฟสคลื่นพาหะรอง		สัญญาณสี	
	ความแตกต่างสี		(B'-Y')	(R'-Y')	เฟสอยู่ในวงกลมที่	เฟสโคอะแกรม
	(B'-Y')	(R'-Y')				
ม่วง	+	-(+)	0	90(270)	1st(4th)	รูปที่ 4.1(ก)
แดง,ส้ม,	-	+(-)	180	90(270)	2nd(3rd)	รูปที่ 4.1(ข)
เหลือง	-	-(+)	180	270(90)	3rd(2nd)	รูปที่ 4.1(ค)
เขียว	+	-(+)	0	270(90)	4th(1st)	รูปที่ 4.1(ง)
น้ำเงิน-เขียว,						
น้ำเงิน						

ตาราง 4.1 แสดงถึงขั้วสัญญาณความแตกต่างสีทั้งสี่เลขในวงเล็บแสดงถึงขั้วและมุมในเส้นสลับ "PAL"

4.1.1 ความอิ่มตัวและความสูง (SATURATION AND AMPLITUDE)

ในการกล่าวสัญญาณแถบสีนั้นเราจะกล่าวได้สองอย่าง คือความอิ่มตัวและความสูง เช่น ความอิ่มตัว 100% ความสูง 100% ความอิ่มตัว 95% ความสูง 100% ความอิ่มตัว 100% ความสูง 75% ฯลฯ เป็นต้น

ในความหมายของความอิมตัว 100% หมายถึงแถบสีแต่ละแถบจะมีสีที่บริสุทธิ์ไม่มีแสงสีขาวรวมอยู่ ถ้าความอิมตัว 95% หมายถึงแถบสีแต่ละแถบจะมีสีที่บริสุทธิ์ของตัวเอง 95% และมีสีขาวรวมอยู่ 5% ระดับแสงที่กล่าวมานี้หมายถึงสัญญาณที่ได้ออกจากกล้องโดยยังไม่ได้ผ่านวงจรแก้เกมมา สำหรับความหมายของความสูง 100% ก็อย่างน้อยที่สุดหลอดใดหลอดหนึ่งในสามหลอดจะมีสัญญาณออกสูงสุด 1 V มันอาจจะเป็น สีที่อิมตัวหรือไม่ก็ได้ แถบสีมีความสูง 100% (ยังไม่ได้ปรับค่า: "UNWEIGHTED")

(a) แถบสีขาว ในที่นี้ $R = 1.0, G = 1.0, B = 1.0$ ดังนั้น

$$R' = (R)^{1/\gamma} = (1.0)^{1/2.2} = 1.0 = R, \quad G' = 1.0 = G, \quad B' = 1.0 = B$$

1. สัญญาณขาว-ดำ

$$\begin{aligned} Y' &= 0.3R + 0.59G + 0.11B \\ &= 0.3 + 0.59 + 0.11 = 1.0 \end{aligned}$$

2. สัญญาณความแตกต่างสีจะเป็น 0 ในแถบสีขาวหมด

$$(R' - Y') = (1 - 1) = 0$$

3. สัญญาณสี เมื่อสัญญาณความแตกต่างสีเป็น 0 สัญญาณสีจะหายไปด้วย

(b) แถบสีเหลือง ในที่นี้ $R = 1.0, G = 1.0, B = 0, R' = 1.0, G' = 1.0, B' = 0$ ดังนั้น

1. สัญญาณขาว-ดำ

$$\begin{aligned} Y' &= 0.3R' + 0.59G' + 0.11B' \\ &= 0.3 + 0.59 = 0.89 \end{aligned}$$

2. สัญญาณความแตกต่างสี

$$(R' - Y') = (1 - 0.89) = +0.11$$

$$(B' - Y') = (0 - 0.89) = -0.89$$

3. สัญญาณสีใน Q.A.M. เนื่องจาก (R-Y) เป็นบวก ดังนั้นสัญญาณคลื่นพาหะรองของคลื่นไซน์จะมีมุม +90 องศา ใน NTSC - LINES และกลับเป็น +270 องศา ใน PAL - LINES สำหรับ (B-Y) ซึ่งเป็นลบจะมีมุมของพาหะรองคลื่นไซน์เป็น 180 องศา

ผลรวมของมุมของสัญญาณสีเกิดจากการรวมกันของคลื่นไซน์ 2 คลื่นนี้จะอยู่ในส่วนที่ 2 (SECOND QUADANT) ของ NTSC-LINES และกลับไปส่วนที่ 3 (THIRD QUADANT) ใน PAL-LINES จากรูปที่ 4.1 (ข) ส่วนสูงของสัญญาณสีจะเท่ากับ

$$\begin{aligned} Ch &= ((B-Y)_{sc}^2 + (R-Y)_{sc}^2)^{1/2} \\ &= ((-0.89)^2 + (0.11)^2)^{1/2} = 0.9 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(c) แถบสีเขียว-น้ำเงินในที่นี้ $R = 0, G = 1.0, B = 1.0, R' = 0, G' = 1.0, B' = 1.0$

1. สัญญาณขาว-ดำ

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

$$= 0.59 + 0.11 = 0.7$$

2. สัญญาณความแตกต่างสี

$$(R-Y) = (0 - 0.7) = -0.7$$

$$(B-Y) = (1 - 0.7) = +0.3$$

3. สัญญาณสี

$$Ch = ((B - Y)_{sc}^2 + (R - Y)_{sc}^2)^{1/2}$$

$$= ((-0.7)^2 + (0.3)^2)^{1/2}$$

$$= 0.76$$

เนื่องจาก $(R - Y)$ เป็นลบและ $(B - Y)$ เป็นบวก มุมของสัญญาณสีจึงตกที่ส่วนที่ 4 ใน NTSC-LINES และส่วนที่ 1 ใน PAL-LINES รูปที่ 4.1(ง) ด้วยการคำนวณตามวิธีนี้ ก็จะได้ค่าตามตารางที่ 4.2 แต่ค่านี้ไม่ใช่ค่าที่ใช้จริงๆ ในทางปฏิบัติ ซึ่งจะอธิบายเหตุผลในหัวข้อต่อไป

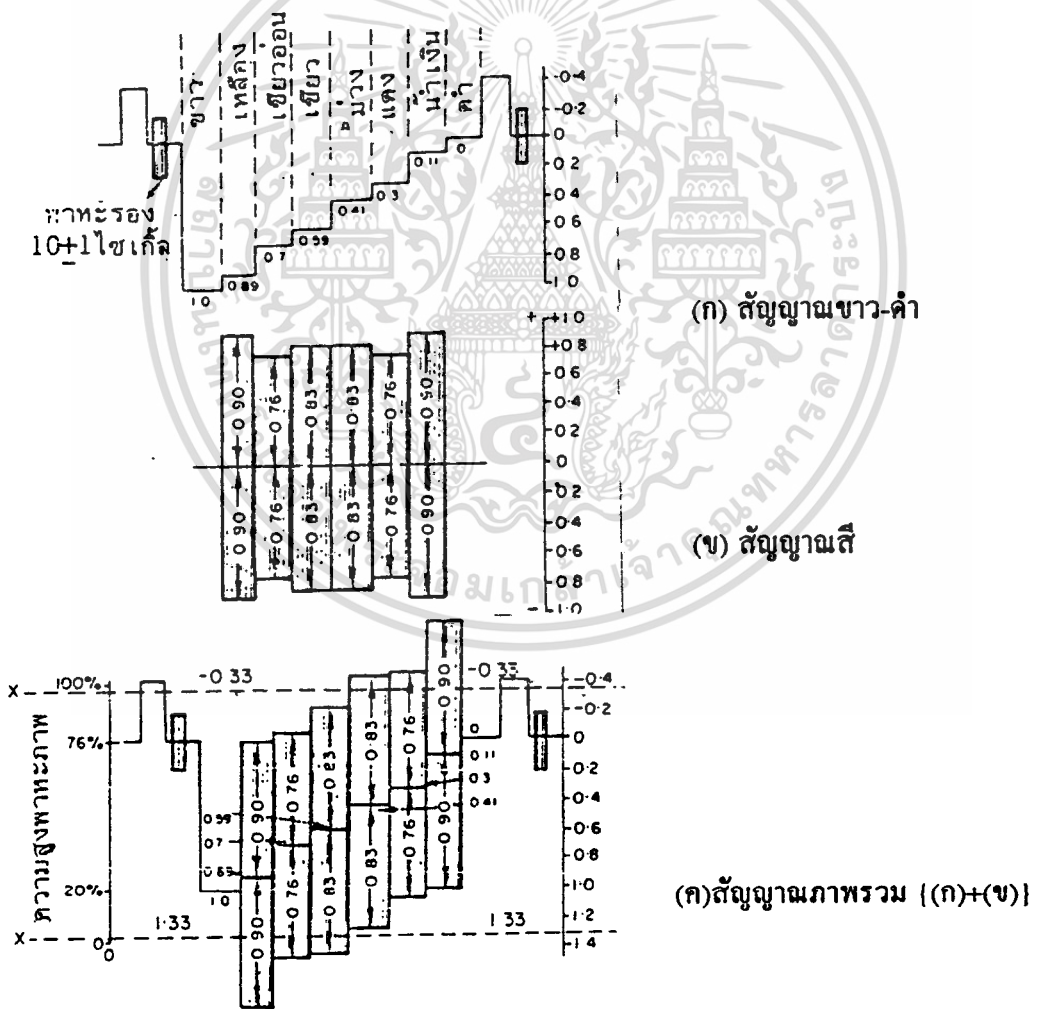
ตาราง 4.2 แสดงถึงสัญญาณสีที่มีความสูง 100% และความอึมครึม 100% ในทางทฤษฎีจากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าจะเกิดการมอดูเลชันเกิน (OVERMODULATION) ขึ้นซึ่งเราป้องกันการลดความสูงของความถี่คลื่นพาหะรองโดยใช้อัตราส่วนการปรับค่าที่เหมาะสม (WEIGHTING FACTORS)

แถบสี	R	G	B	Y	(B-Y)	(R-Y)	สัญญาณสี $Ch = ((B-Y)_{sc}^2 + (R-Y)_{sc}^2)^{1/2}$
ขาว	1	1	1	1.0	0	0	0
เหลือง	1	1	0	0.89	-0.89	+0.11	0.90
เขียว-น้ำเงิน	0	1	1	0.70	+0.30	-0.7	0.76
เขียว	0	1	0	0.59	-0.59	-0.59	0.83

ตาราง 4.2 แสดงถึงสัญญาณสีที่มีความสูง 100% และความอึมครึม 100%

แถบสี	R	G	B	Y	(B-Y)	(R-Y)	สัญญาณสี $Ch = ((B-Y)_{sc}^2 + (R-Y)_{sc}^2)^{1/2}$
ม่วง	1	0	1	0.41	+0.59	+0.59	0.83
แดง	1	0	0	0.3	-0.3	+0.7	0.76
น้ำเงิน	0	0	1	0.11	+0.89	-0.11	0.90
ดำ	0	0	0	0	0	0	0

ตาราง 4.2 แสดงถึงสัญญาณสีที่มีความสูง 100% และความเข้มตัว 100% (ต่อ)



รูปที่ 4.2 แสดงถึงความสูงของแถบสีของสัญญาณขาว-ดำ สัญญาณสีและสัญญาณภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงถึงสัญญาณในการสแกนสัญญาณภาพ 1 เส้น รูป(ก) คือสัญญาณกับช่วง
แบบตั้งกล้อง รูป(ข) คือสัญญาณสี และรูป (ค) คือสัญญาณรวมกันของ(ก) กับ(ข)

4.1.2 ความจำเป็นในการปรับค่า(WEIGHTING FACTOR)

ในรูป(ค)ความสูงของสัญญาณภาพที่แสดงที่แกน Y และเป็นการรวมกับคลื่นพาหะ
แบบลบ จากรูปนี้จะเห็นได้ชัดว่า สัญญาณภาพนี้ใช้ไม่ได้เลยเพราะเกิด “OVER
MODULATION” อย่างมาก วิธีแก้คือต้องจำกัดความสูงของสัญญาณสีให้อยู่ภายในเส้นที่
กำหนดของคลื่นพาหะภาพ

ถ้ากำหนดให้ระยะทางจากระดับสีดำถึงสีขาวเป็น 1.0 และสัญญาณแถบสีมีความ
อิมพัลส์ 100% ความสูง 100% ค่าของสัญญาณภาพจะต้องไม่เกินจากระดับสีดำและสีขาว
0.33 ดังนั้นค่าสูงสุดของสัญญาณสีจะต้องไม่เกิน - 0.33 และ + 1.33 ตามรอยเส้นประ XX'
(เพื่อความสะดวกในการแบ่งช่องจึงให้สัญญาณภาพเป็นบวกและสัญญาณเชิงคมีจุดปลายที่
-0.43)

เพื่อให้ได้ค่าตามที่ต้องการนี้ จึงต้องลดค่าของคลื่นพาหะรองสัญญาณสี(R-Y)
และ (B-Y) ลงมา โดยการคูณด้วย “WEIGHTING FACTOR” ซึ่งมีค่า 0.877 สำหรับ (R-Y)
และ (0.493) สำหรับ (B-Y) เพื่อให้สะดวกจึงใช้ V และ U แทนสัญญาณสี คือ

$$V = 0.877(R-Y)$$

$$U = 0.493(B-Y)$$

4.1.3 แสดงวิธีการคำนวณค่า“WEIGHTING FACTOR”

- (a) เลือกแถบสี 2 แถบที่เกินจากข้อจำกัดในรูปที่ 4.2 (ค) สีที่เลือกจะต้องเป็นแม่สี
(b) วัดระยะทางจากระดับสัญญาณขาว-ดำ(รูป ก) ของแถบสีที่เราเลือกไว้ 2สีถึงระดับที่เรา
จำกัดไว้ (เส้น XX') (สำหรับสีแดง = 0.63 และสีน้ำเงิน = 0.44) ระยะทางนี้คือค่าสูงสุด
ของสัญญาณสีที่เรายอมให้ได้ของสีแดงและสีน้ำเงิน
(c) เขียนสัมประสิทธิ์ W และ Z สำหรับตัวไม่รู้ค่าของ (R-Y) และ (B-Y) ตามลำดับและ
แทนค่าจากสมการ

$$Ch = (W^2(B-Y)^2 + Z^2(R-Y)^2)^{1/2}$$

$$0.63 = (W^2(-0.3)^2 + Z^2(0.7)^2)^{1/2}$$

สีแดง

$$(0.63)^2 = 0.09W^2 + 0.49Z^2 \text{ ----- (1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำเงิน

$$0.44 = (W^2(0.89)^2 + Z^2(-0.11)^2)^{1/2}$$

$$(0.44)^2 = 0.7921W^2 + 0.0121Z^2 \text{ ----- (2)}$$

$$W = 0.493$$

$$Z = 0.877$$

สัญญาณแถบสีที่มีความอิมพัลส์ 100% (ปรับค่าแล้ว:WEIGHTING)

(a) แถบสีเหลือง $R=1.0, G=1.0, B=0$: $R'=1.0, G'=1.0, B'=0$

1. สัญญาณขาว-ดำ

$$Y = 0.3 + 0.59 = 0.89$$

2. ความแตกต่างสี

$$(R-Y) = (1.0 - 0.89) = 0.11$$

$$(B-Y) = (0 - 0.89) = -0.89$$

3. ความแตกต่างสีที่ปรับค่าแล้ว

$$U = 0.493(B - Y)$$

$$= 0.493(-0.89) = -0.4387$$

$$V = 0.877(B - Y)$$

$$= 0.877(+0.11) = +0.0965$$

4. ความสูงของสัญญาณสี

$$Ch = (U^2 + V^2)^{1/2}$$

$$= ((-0.4387)^2 + (0.0965)^2)^{1/2}$$

$$= 0.44$$

5. มุม (PHASE ANGLE) ของสัญญาณสี

โดยปกติเฟสของสีเขียวในระบบ NTSC วิธีหาที่ใช้หลักการตามรูป 4.1 กำหนดให้เป็น $\pm U$ และ $\pm V$ สีเหลืองใน NTSC-LINES จะมีเฟส

$$\theta = 180^\circ - \tan^{-1} V/U$$

$$= 180^\circ - \tan^{-1} 0.0965/0.4387$$

$$= 180^\circ - 13^\circ = 167^\circ$$

เฟสของสัญญาณสีในระบบPALจะลดลงจากรูป 4.1 จะเห็นว่าในขณะที่เส้นNTSC เปลี่ยนมาสีตรงข้ามของแกน U ในกรณีสีเหลืองจะมีมุมใน “เส้น PAL” เท่ากับ

$$\theta = 180^\circ + 13^\circ = 193^\circ$$

โดยวิธีการนี้เราก็สามารถที่จะคำนวณหาแถบต่างๆที่เหลือได้อีกตามตาราง 4.3 มุมต่างๆจะคำนวณได้ดังนี้

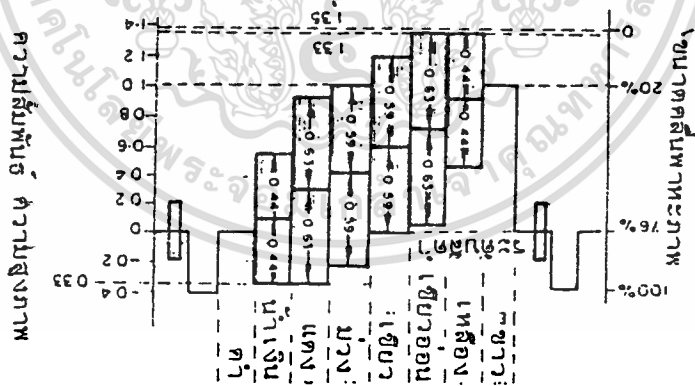
ส่วนที่ 1 : $\theta = \tan^{-1} V/U$

ส่วนที่ 2 : $\theta = 180^\circ - \tan^{-1} V/U$

ส่วนที่ 3 : $\theta = 180^\circ + \tan^{-1} V/U$

ส่วนที่ 4 : $\theta = 360^\circ - \tan^{-1} V/U$

รูปที่ 4.3 แสดงถึงสัญญาณภาพรวมของแถบสัญญาณสีที่มีความสูง 100% และความอ้อมตัวหลังจากที่ปรับค่า (WEIGHTED) แล้วและระดับการมอดูเลทของคลื่นพาหะภาพก็แสดงที่ซ้ายมือของรูป



รูปที่ 4.3 สัญญาณแถบสีที่มีความอ้อมตัว 100% ซึ่งสัญญาณความแตกต่างสีถูกลดลงด้วยค่าที่ปรับแล้วเพื่อมิให้สัญญาณสีมีค่าเกิน 0.33 จากระดับสีดำ

แท่งสี	Y	(B-Y)	(R-Y)	$U=0.493$ (B-Y)	$V=0.877$ (R-Y)	ความสูงสี $=(U^2+V^2)^{1/2}$	มุมเฟสสี
ขาว	1.0	0	0	0	0	0	-
เหลือง	0.89	-0.89	+0.11	-0.4388	0.0965	0.44	167°
เขียว-น้ำเงิน	0.7	+0.3	-0.7	+0.1479	-0.6139	0.63	283°
เขียว	0.59	-0.59	-0.59	-0.2909	-0.5174	0.59	241°
ม่วง	0.41	+0.59	+0.59	-0.2909	-0.5174	0.59	61°
แดง	0.3	-0.3	+0.7	-0.1479	+0.6139	0.63	103°
น้ำเงิน	0.11	+0.89	-0.11	+0.4388	-0.0965	0.44	347°
ดำ	0	0	0	0	0	0	-

ตาราง 4.3 รายละเอียดของสัญญาณที่มีความอิมิตัว 100% ความสูง100%เมื่อสัญญาณความแตกต่างสีถูกปรับค่าแล้ว

4.1.4 เฟสของสี

โดยการใช้ตาราง 4.3 เราสามารถที่จะเขียนมุมของสีได้ใหม่ซึ่งแสดงในรูป 4.4

ข้อสังเกต คือ

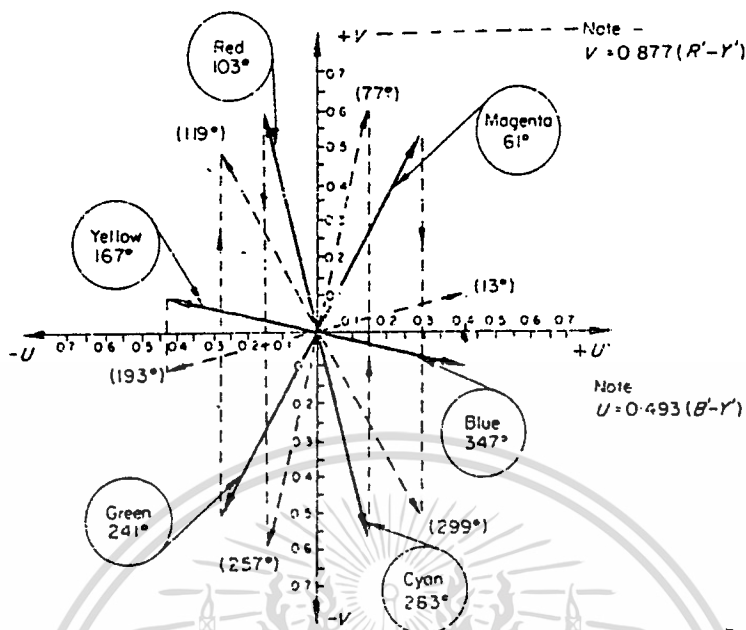
ก. สีเหลืองกับสีน้ำเงินจะอยู่ตรงข้าม

ข. สีทั้งสองจะมีความสูงเท่ากัน เนื่องจากมีความอิมิตัว100% เท่ากัน และเมื่อรวมกันทางพีชคณิตจะเท่ากับศูนย์เนื่องจากรวมกันเป็นสีขาว

ค. จะเห็นได้ว่าสีแดงก็ไม่ได้อยู่บนแกน(R-Y)หรือสีน้ำเงินก็ไม่ได้อยู่บนแกน(B-Y) และในกรณีของสีแดงก็ไม่ใช่ว่า (B-Y) เท่ากับศูนย์ (R-Y) จะต้องมีค่ามากที่สุด แต่ความจริงสีแดง (R-Y) จะมีค่ามากและ (B-Y) จะมีค่าน้อย

ง. เฟสของเส้นPAL จะหาได้โดยกลับเฟสไปยังด้านตรงข้ามของแกน U

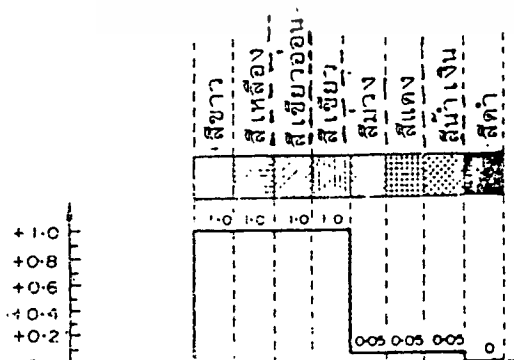
จ. มุมของสัญญาณสีที่ใช้ประโยชน์คือ สีแดง 130° สีเขียว 247° และสีน้ำเงิน 347°



รูปที่ 4.4 แสดงเฟสของสีต่างๆเส้นประ คือ เฟสของสีในระบบ PAL

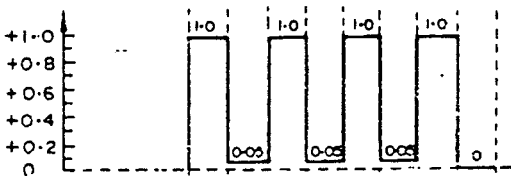
4.1.5 สัญญาณแถบสีที่มีความสูง 100% ความอึมัว 95%

รูปที่ 4.5 แสดงถึงการสร้างสัญญาณจากเครื่องส่งตามลำดับ ซึ่งถ้าดูกลับกันเรียงจากรูปสุดท้ายถึงรูปแรกก็จะเป็นการลำดับการทำงานของเครื่องรับ เช่นสัญญาณแถบสีรูป (r) คือสัญญาณรวมที่ได้จากวงจรดีเทคเตอร์ของเครื่องรับ จนกระทั่งถึงการแก้ทางแกมมา R', G', B' และสุดท้ายถึง R, G และ B ซึ่งแทนขนาดของแสงสว่างของสีแดง, สีน้ำเงิน และสีเขียวที่ออกจากหลอดภาพ

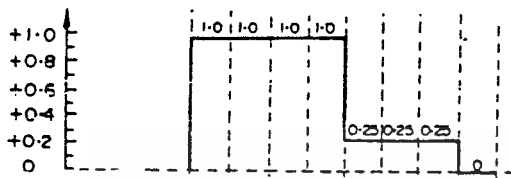


- (a) การเรียงลำดับสีของแถบสีมาตรฐาน
- (b) โวลเตจออกจากกล้องสีเขียว (G) (หรือแสงที่ออกจากฟอสเฟอร์สีเขียวของหลอดภาพในเครื่องรับ)

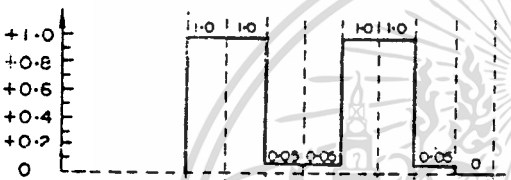
รูปที่ 4.5 สัญญาณที่มีความสูง 100% ความอึมัว 95%



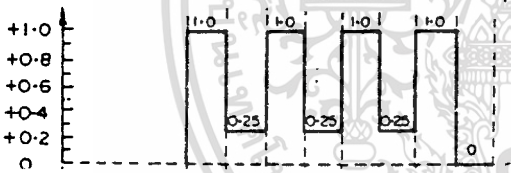
(c) โวลเตจออกจากรถถังน้ำมันเงิน(B)
(หรือแสงที่ออกมาจากฟอสเฟอร์สีน้ำเงิน
ของหลอดภาพในเครื่องรับ)



(d) โวลเตจออกจากรถถังสีแดง(R)
(หรือแสงที่ออกมาจากฟอสเฟอร์สีแดง
ของหลอดภาพในเครื่องรับ)



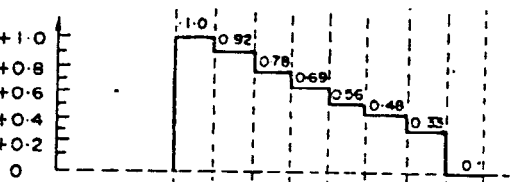
(e) โวลเตจของสีเขียวที่แก้ทางเกมมาแล้ว
 $G' = G^{1/2}$ (หรือสัญญาณที่เข้าเป็นสีเขียว
ของหลอดภาพในเครื่องรับ)



(f) โวลเตจของสีเขียวที่แก้ทางเกมมาแล้ว
 $B' = B^{1/2}$ (หรือสัญญาณที่เข้าเป็นสีเขียว
ของหลอดภาพในเครื่องรับ)

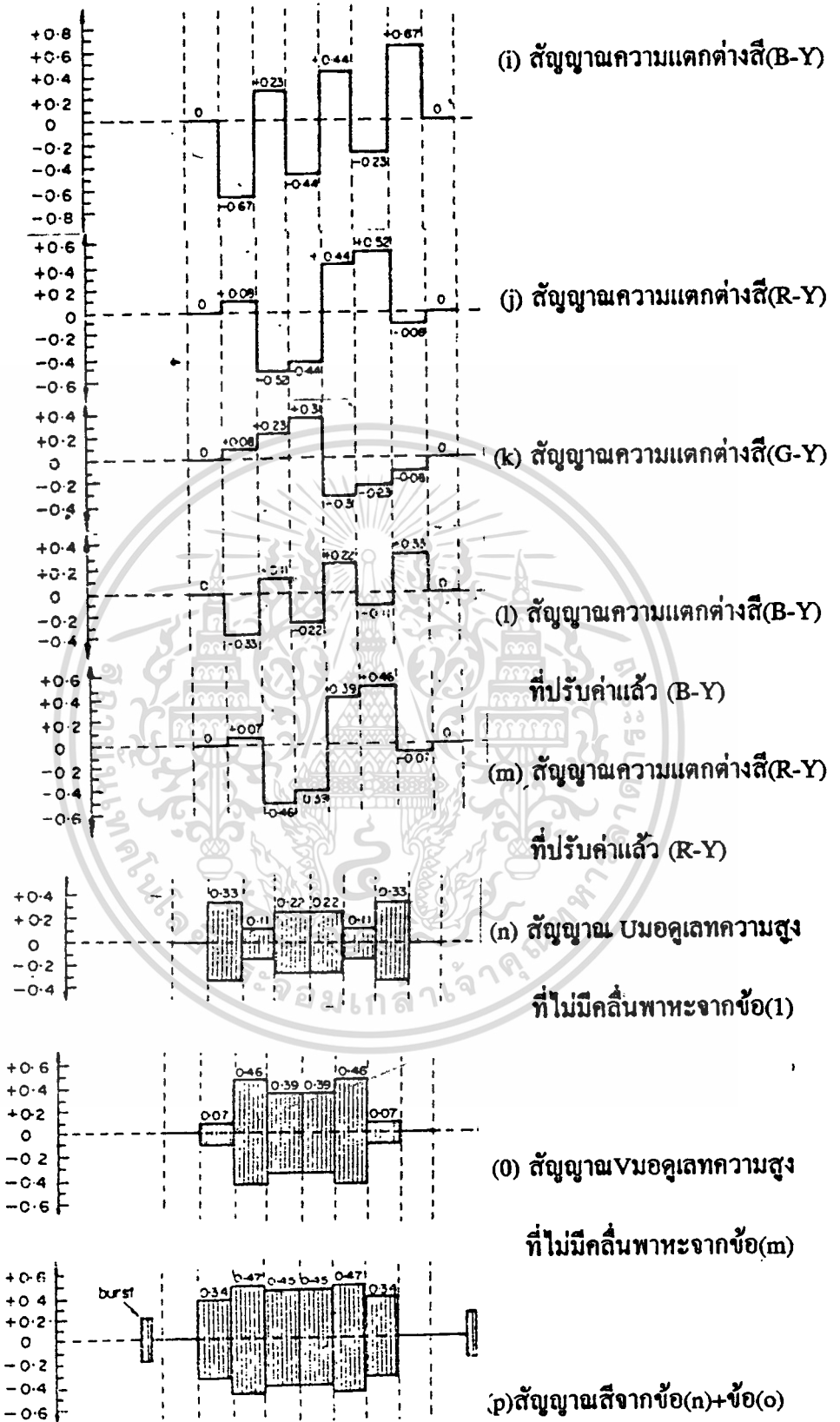


(g) โวลเตจของสีเขียวที่แก้ทางเกมมาแล้ว
 $R' = R^{1/2}$ (หรือสัญญาณที่เข้าเป็นสีเขียว
ของหลอดภาพในเครื่องรับ)

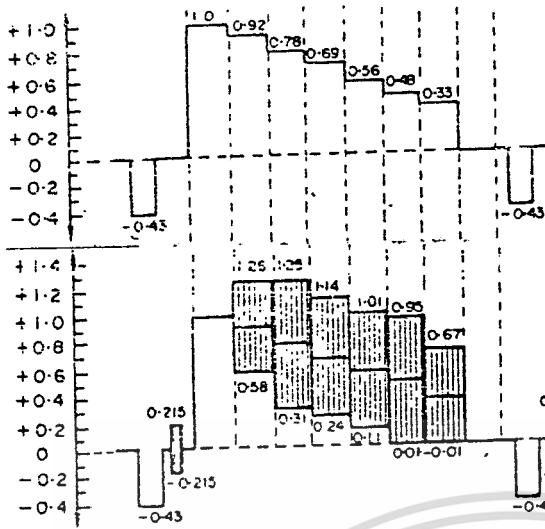


(h) สัญญาณขาว-ดำ
 $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

รูปที่ 4.5 สัญญาณที่มีความสูง 100% ความอิมิตัว 95% (ต่อ)



รูปที่ 4.5 สัญญาณที่มีความสูง 100% ความอิมพัลส์ 95% (ต่อ)



(q) สัญญาณขาว-ดำและ

ช่วงline blanking

(r) สัญญาณภาพรวมจากการ

รวมกันของ(p)และ(g)

รูปที่ 4.5 สัญญาณที่มีความสูง 100% ความอ้อมตัว 95% (ต่อ)

รูป (a) แสดงถึงตำแหน่งของสีที่จอ รูป (b) , (c) และ (d) เป็นสัญญาณออกจากกล้องก่อนการแก้เกมมา การที่สีเหลืองประกอบด้วยสีแดงและสีเขียวมีความสูง 100% นั้นหมายความว่า สีทั้งสองจะมีความสูงที่สุดคือ $R = 1.0$ และ $G = 1.0$ แต่ความหมายที่ว่าความอ้อมตัว 95% นั้นคือมีสีขาวปนอยู่ด้วย 5% และสีขาวนี้เกิดจากสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ที่มีขนาดเท่ากัน สีขาว 5% จะประกอบด้วย $0.05R$, $0.05G$ และ $0.05B$ ดังนั้นสัญญาณออกจากกล้องจะมีค่า $R = 1.0, G = 1.0, B = 0.05$

รูปที่ (e) , (f) และ (g) เป็นสัญญาณที่ผ่านการแก้ทางแกมมาแล้ว ซึ่งจะได้อ $R=1.0, G=1.0$ และ $B=0.25$ จะเห็นได้ว่าจากการผ่านการแก้แกมมานี้จะทำให้สีน้ำเงินเพิ่มอย่างรวดเร็ว เช่น ถ้า $B=0.25 V=50 \text{ mV}$, $B=0.05 (1/2.2)V=0.25V=250\text{mV}$ ซึ่งจะมีผลต่อสัญญาณต่างๆด้วย ดังนั้นในกรณีที่ความอ้อมตัว 100% สีเหลืองจะมี $R=1.0$ และ $B=0$ เพียงแต่ทำให้ความอ้อมตัวลดลง 5% จะทำให้ B เปลี่ยนจากศูนย์เป็น 25% ของ R และ G

รูป(h) สัญญาณขาว-ดำ

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

ถ้าเป็นสีเหลือง $Y = 0.30(1)+0.59(1)+0.11(0.25) = 0.91575 = 0.92$

รูป (i) สัญญาณความแตกต่างสี่ (B-Y)

$$\text{ถ้าเป็นสี่เหลี่ยม (B-Y)} = (0.25 - 0.92) = -0.67$$

รูป (j) สัญญาณความแตกต่างสี่ (R-Y)

$$\text{ถ้าเป็นสี่เหลี่ยม (R-Y)} = (1.0 - 0.92) = +0.08$$

รูป (k) สัญญาณความแตกต่างสี่ (G-Y)

สัญญาณนี้จะไม่มีในขณะส่งแต่เพื่อความสะดวกในการศึกษาเครื่องรับเราสามารถคำนวณสี่เหลี่ยมได้

$$(G-Y) = (1.0 - 0.092) = +0.08$$

รูป (l) สัญญาณความแตกต่างสี่ (B-Y) ที่ปรับค่า (WIEGHTED) : U

การคำนวณนี้ได้จากการเอา 0.493 คูณกับความแตกต่างสี่ (B-Y) คือ

$$U = 0.493(B-Y)$$

$$\text{ถ้าเป็นสี่เหลี่ยม } U = 0.493 * (-0.67) = -0.33$$

รูป (m) สัญญาณความแตกต่างสี่ (R-Y) ที่ปรับค่าแล้ว : V เอา 0.877 คูณกับความแตกต่างสี่ (R-Y) คือ

$$V = 0.877(R-Y)$$

$$\text{ถ้าเป็นสี่เหลี่ยม } V = 0.877 * 0.08 = 0.07$$

รูป (n) ผลคูณมอดูลชั้น U

รูป (o) ผลคูณมอดูลชั้น V

รูป (p) สัญญาณสี่

สัญญาณความถี่วิทยุนี้จากการรวมทางเวกเตอร์ของ (u) และ (v) และมีความสูง

$$C_h = (U^2 + V^2)^{1/2}$$

ถ้าเป็นสี่เหลี่ยม

$$C_h = (0.33^2 + 0.07^2)^{1/2} = 0.337$$

รูป (q) รูปนี้แสดงถึงสัญญาณขาว-ดำและช่วงหนึ่งของสัญญาณ

รูป (r) สัญญาณภาพรวม รูปนี้ได้จากการรวมกันของสัญญาณสี(p) กับสัญญาณขาว-ดำ(q)

4.2 หลักการเบื้องต้นของการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณ

การรวบรวมข้อสำคัญของสัญญาณสี Q.A.M

ก. สัญญาณสีเกิดจากการรวมกันของสัญญาณมอดูเลต 2 ชนิด คือ สัญญาณ U และ สัญญาณ V

ข. สัญญาณแต่ละชนิดนี้เป็นสัญญาณความถี่วิทยุแบบ DOUBLE SIDEBAND AMPLITUDE MODULATION ซึ่งไม่มีคลื่นพาหะ

ค. ความถี่ของคลื่นพาหะที่ใช้กับสัญญาณทั้งสองชนิดเหมือนกันแต่มุมของคลื่นพาหะมากกว่าคลื่นพาหะ U 90° ในระบบ NTSC และจะสลับเส้นต่อเส้นกันจาก $+90^\circ -90^\circ$ ในระบบ PAL

ง. คลื่นพาหะที่ใช้กันระบบ PAL เท่ากับ 4.43361875 MHz ซึ่งเรียกว่าคลื่นพาหะรอง (SUBCARRIER FREQUENCY) : f_{sc}

จ. ฉะนั้นจึงรวมสัญญาณทั้งสองเข้าด้วยกันให้เป็นสัญญาณสี คุณสมบัติของสีเดิมจะไม่หายไป เนื่องจากในแต่ละระยะของสัญญาณสีนี้ประกอบขึ้นจากสัญญาณสีเดิมซึ่งมีความสูงและค่ามุมเป็นองค์ประกอบ

ฉ. สัญญาณทั้งสองชนิดมีมุมที่เป็นไปได้ทั้งบวกและลบ มุมของคลื่นพาหะรอง U จะมีแกนเปรียบเทียบกับเมื่อ (B'-Y') เป็นบวกและเมื่อ (B'-Y') เป็นลบคลื่นพาหะรอง U จะเป็น 180° สำหรับค่าบวกหรือลบของโวลเตจความแตกต่างสีของ (R'-Y') คลื่นพาหะรอง V จะมีมุม 90° หรือ 270° ตามลำดับ

ข. จากเหตุผลข้างบน ผลรวมของมุมสัญญาณทั้งสองจะต้องอยู่ในส่วน (QUADRANT) ใดส่วนหนึ่งใน 4 ส่วน ซึ่งเป็นผลให้มุมของสัญญาณจะเปลี่ยนจาก $0^\circ - 360^\circ$

ข. เนื่องจากเป็นแวกเตอร์รวมของสัญญาณ 2 สัญญาณซึ่งทำมุมฉากซึ่งกันและกัน สัญญาณที่ได้นี้เรียกว่า QUADRANT AMPLITUDE MODULATED (Q.A.M)

ฅ. ถึงแม้ว่าสัญญาณจะมีช่วงกว้างความถี่ 2 MHz และมีจุดศูนย์กลางความถี่ที่ 4.433 GHz ตาม สัญญาณนี้ก็เปรียบเสมือนสัญญาณภาพซึ่งผสมกับคลื่นพาหะภาพที่เครื่องส่ง

ฉ. ที่จำเป็นต้องเลือกความถี่คลื่นพาหะรอง 4.43361875 MHz นี้ เนื่องจากสัญญาณนี้ อยู่ในความถี่ด้านสูงของช่วงกว้างสัญญาณภาพพอดี

ค. สัญญาณความถี่ในขาเข้า-ค่าจะเป็นศูนย์หรือ ไม่มีสัญญาณสินั่นเอง

4.2.1 สัญญาณ A.M. ที่ตัดคลื่นพาหะ

เพื่อการศึกษาในระบบของ NTSC และ PAL ให้ดีขึ้นต้องศึกษาถึงคุณสมบัติของ DOUBLE SIDEBAND SUPPRESSED CARRIER จากการที่เมื่อมีคลื่นพาหะ f_c ถูก มอดูเลทแบบ A.M. ด้วยคลื่นไซน์ที่ความถี่ f_m จะได้ความถี่ออกมา 3 ชนิด คือ ความถี่พาหะ f_c พร้อมทั้งความถี่ข้างเคียงซึ่งมีทั้งด้านบนและด้านล่างคือ $(f_c + f_m)$ และ $(f_c - f_m)$ ตามลำดับ ในการส่งสัญญาณสินั่นเราสามารถส่งสัญญาณข้างเคียงทั้งสองด้าน (BOTH SIDEBAND) หรือส่งสัญญาณด้านข้างเคียงด้านใดด้านหนึ่งก็ได้ (SINGLE SIDEBAND) โดยไม่ต้องมี สัญญาณคลื่นพาหะไปด้วย (SUPPRESSED CARRIER) เพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณภาพที่ เครื่องรับ เมื่อถึงเครื่องรับก็จะต้องใส่คลื่นพาหะอีกครั้ง ดังนั้นเมื่อรวมกับสัญญาณข้างเคียง ซึ่งมีคลื่นพาหะอยู่ด้วย จะได้ $(f_c + f_m) - f_c = f_m$ และ $f_c - (f_c - f_m) = f_m$ สัญญาณคลื่นพาหะที่ สร้างขึ้นมาใหม่จะต้องมีความถี่และมุมเฟส (PHASE) ตรงกับสัญญาณพาหะที่ด้านส่งพอดี เพื่อสัญญาณที่ได้มาจะได้ถูกต้อง

โดยปกติในการออกอากาศโดยทั่ว ๆ ไปนั้นเราใช้ระบบ Double sideband เพราะจะทำให้การออกแบบในเครื่องรับง่ายขึ้น Single sideband นั้นนิยมใช้ในการสื่อสารทาง ด้านวิทยุ และ โทรทัศน์ สำหรับโทรทัศน์นั้นใช้ Single sideband คือส่ง Single sideband บวกกับอีกส่วนหนึ่งของ side band ที่เหลือ ในสัญญาณสีของระบบ NTSC และ PAL นั้น ใช้ระบบนี้และจะไม่ส่งคลื่นพาหะ (Suppressed carrier) ไปด้วย

4.2.2 การแสดงโดยกราฟของสัญญาณ A.M. และสัญญาณ A.M. ที่ไม่มีคลื่นพาหะ

เมื่อสัญญาณคลื่นพาหะถูกมอดูเลตด้วยสัญญาณไซน์จะได้ผลรวมตามรูป 4.6 (ข) เพื่อความสะดวกในการอธิบายจึงสมมติให้อัตราส่วนระหว่างคลื่นพาหะและคลื่นมอดูเลตนี้ไม่สูงมากนัก ซึ่งสามารถอธิบายได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. สัญญาณที่อยู่ใน envelope นี้เกิดจากการรวมของความถี่คลื่นไซน์สามชนิดคือ f_c , $f_c + f_m$, และ $f_c - f_m$

2. สัญญาณนี้จะมีเวลาเท่ากับคลื่นพาหะความถี่ก็จะเท่ากับคลื่นพาหะด้วยเนื่องจากเป็นความถี่เฉลี่ยของความถี่ทั้งสาม

3. Envelope ของสัญญาณ A.M. นี้จะมีลักษณะเหมือนกับสัญญาณมอดูเลตเดิมด้วยเหตุนี้จึงทำให้การแยกสัญญาณเดิมออกมาได้ง่าย

4. Envelope ด้านบนก็คือการลากเส้นเชื่อมโคงระหว่างจุดยอดสูงสุดที่เป็นบวกของแต่ละยอด และในทำนองเดียวกับ Envelope ด้านล่างก็คือการลากเส้นเชื่อมโคงการเปลี่ยนแปลงของส่วนสูงของจุดยอดสูงสุดที่เป็นลบของแต่ละยอด

เมื่อเอาสัญญาณคลื่นพาหะออกก็จะได้ลักษณะรูปคลื่น ที่เปลี่ยนแปลงไปรูป 4.6 (ค) จะสังเกตได้ว่า

5. รูปคลื่นที่ได้นี้จะดูเหมือนเป็นการรวมกันทางกราฟของคลื่นไซน์ 2 รูป คือรูปความถี่ด้านบน ($f_c + f_m$) และรูปความถี่ด้านล่าง ($f_c - f_m$) Hz

6. Envelope ทั้งด้านบนและด้านล่างจะไม่เป็นรูปไซน์อีกแล้ว ลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่เป็นรูปคลื่นโค้งที่มีความถี่เท่ากับความแตกต่างระหว่าง $(f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2f_m$ Hz หรือเราเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “beat frequency” และเราไม่สามารถที่จะแยกสัญญาณเดิมออกได้ง่าย ๆ โดยวิธี rectifier

7. รูปคลื่นที่อยู่ภายใน envelope ก็ยังมีความถี่เท่ากับคลื่นพาหะ f_c เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของ $(f_c + f_m)$ และ $(f_c - f_m)$

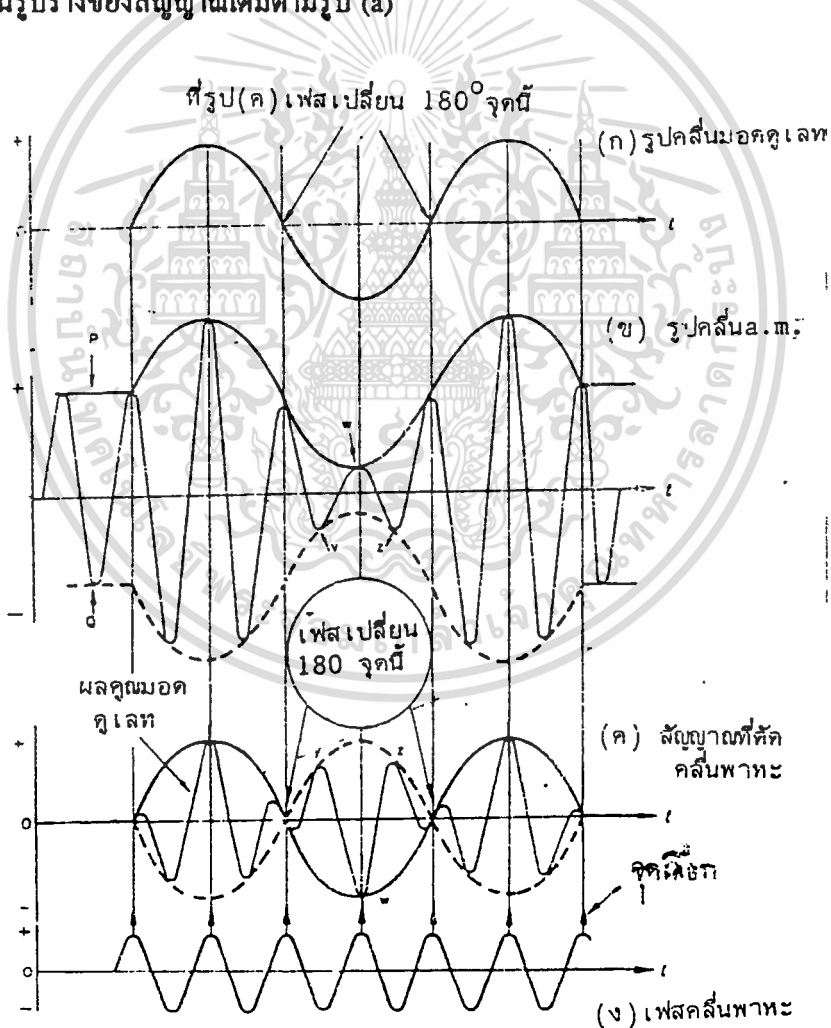
8. ลักษณะสัญญาณมอดูเลตเดิมรูป (ก) ยังสามารถมองเห็นได้จาก envelope ของรูป (ค) ลักษณะ envelope ด้านบนของรูป (ข) คือเส้นสีดำในรูป (ค) และ envelope ด้านล่างของรูป (ข) คือเส้นปะในรูป (ค)

9. จากรูป (ค) จะเห็นได้ว่าระดับของ P และ Q ถูกเลื่อนลงและขึ้นมาอยู่ที่แกน X ดังนั้นที่จุดของรูป W ก็จะถูกเลื่อนลงมาได้แกน (ข) ในขณะที่จุด X และ Y ถูกเลื่อนขึ้นเหนือแกน X ตามเส้นประ

10. สัญญาณที่อยู่ภายใน envelope จะเปลี่ยนมุมไป 180° ทุกครั้งเมื่อผ่านจุด 0

11. ถ้าเราเลือกรูปคลื่น (ค) ตามจุดสูงสุดของคลื่นพาหะ (รูป ง.) เราก็จะได้ลักษณะสัญญาณเดิมของคลื่นมอดคูเลท

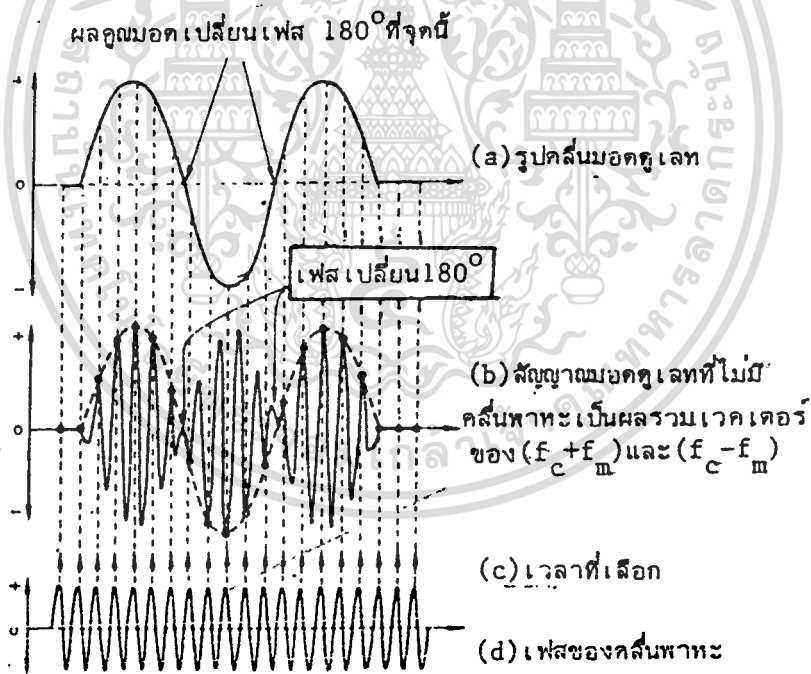
จากข้อ 10 และ 11 จะเห็นได้ว่าถ้าอัตราส่วนของความถี่คลื่นพาหะกับคลื่นมอดคูเลทยิ่งสูงมากเท่าไรเราก็สามารถที่จะแยกเอาคลื่นเดิมที่ต้องการออกมาได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น รูป 4.7 จุดไปปลาที่รูป (บ) แสดงถึงความสัมพันธ์ความสูงของโวลต์ตรงที่ได้จากช่วงคลื่นพาหะหนึ่งช่วงคลื่นต่อครั้ง เมื่อต่อเส้นไปปลาทุก ๆ จุดเข้าด้วยกันแล้วก็จะได้สัญญาณมอดคูเลท ซึ่งเป็นรูปร่างของสัญญาณเดิมตามรูป (า)



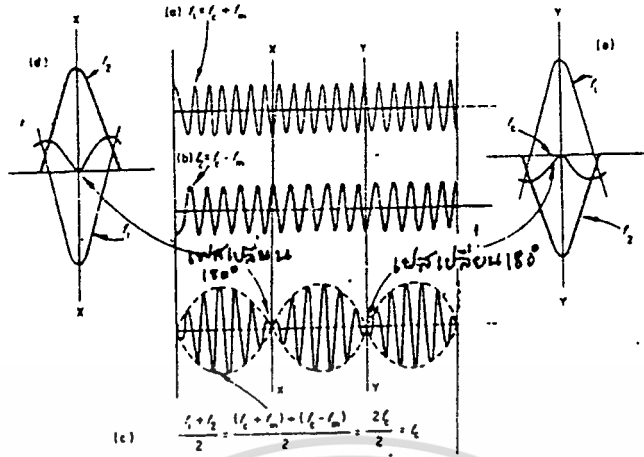
รูป 4.6 แสดงถึงสัญญาณ A.M. ที่ตัดเอาคลื่นพาหะทิ้ง

เพื่อให้เข้าใจในการรวมคลื่นโดยกราฟได้ดีขึ้น ขอให้พิจารณารูป 4.8 ซึ่งเป็นการรวมคลื่นไซน์ 2 คลื่นที่มีความถี่แตกต่างกันจะได้ว่า

- ก. ความถี่ที่ได้มีจะเท่ากับค่าเฉลี่ยของความถี่ทั้งสอง
- ข. ในช่วงหนึ่งของเวลา เราจะได้ค่าสูงสุดเมื่อสัญญาณทั้งสองมาเสริมซึ่งกันและกัน ในทำนองเดียวกันก็จะหักล้างเป็นศูนย์เมื่อมีความสูงเท่ากันแต่เฟสตรงกันข้าม
- ค. เมื่อผ่านจุดศูนย์เฟสก็เปลี่ยนตรงกันข้าม
- ง. จุดสูงสุดและจุดต่ำสุดจะเกิดที่ beat frequency
- จ. เนื่องจากเฟสจะเปลี่ยนไป 180° ในช่วงหนึ่ง ดังนั้นสัญญาณผลรวมที่จะเปลี่ยนให้ครบหนึ่งรอบจะเท่ากับ 2 ช่วง

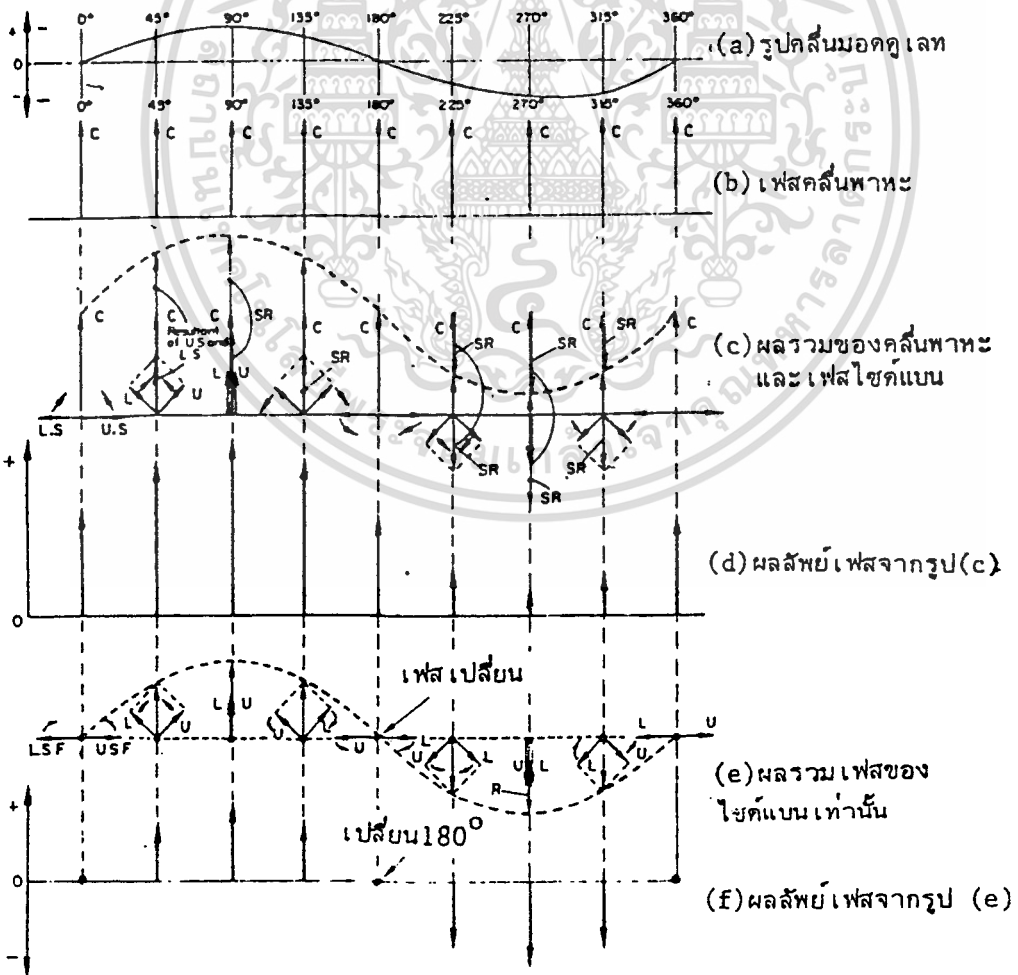


รูป 4.7 อีกตัวอย่างหนึ่งของการตัดเอาคลื่นพาหะทิ้งในสัญญาณ A.M.



รูปที่ 4.8 การรวมกันโดยกราฟของคลื่นไซน์ 2 คลื่นที่มีความถี่ต่างกัน

การที่สัญญาณถึงศูนย์แล้วเปลี่ยนเฟสไป 180 สามารถแสดงได้โดยเวกเตอร์ดังนี้



เอกสารรูปที่ 4.9 เฟสโคจรแอมการลดการเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นมอดคูลเลทในหนึ่ง ไซเคิลโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์สัญญาณ A.M. เราจะได้ความจริงว่า

1. ส่วนของ Upper side-frequency (U.S.F.) จะมีเฟสช้ากว่าคลื่นพาหะ 90°
2. ส่วนของ Lower side-frequency (L.S.F.) จะมีเฟสนำหน้าคลื่นพาหะ 90°
3. โวลเตจสูงสุดของความถี่ด้านข้างเคียง (side-frequency) จะน้อยกว่าคลื่นพาหะครึ่งหนึ่ง

รูป 4.9 แสดงถึงเฟสของคลื่นพาหะกับคลื่นด้านข้างเคียงของการมอดคูเลทหนึ่งไซเกิล สิ่งทั้งหมดที่จะกล่าวต่อไปนี้จะกำหนดให้โวลเตจของความแตกต่างสี่เป็น "Square-wave" เพราะใช้แทนแถบสี่แต่ละแถบได้กำหนดให้ความสว่าง, สีและความอ้อมตัวของความกว้างของแถบสี่นี้คงที่

เฟสของคลื่นพาหะจะหมุนไปโดยรอบด้วยความถี่ f_c Hz U.S.F. ด้วยความถี่ $(f_c - f_m)$ Hz และ L.S.F. ด้วยความถี่ $(f_c + f_m)$ Hz ถ้ากำหนดให้เฟสของคลื่นพาหะคงที่แล้วเฟสของ U.S.F. (เร็วกว่า f_m Hz) จะหมุนทวนเข็มนาฬิกาที่ f_m Hz ในขณะที่เฟสของ L.S.F. (ช้ากว่า f_m Hz) จะหมุนตามเข็มนาฬิกาที่ f_m Hz

เฟสที่รูป (c) จะเขียนด้วยช่วงที่ห่างกัน 45 ซึ่งเราจะได้ผลลัพธ์เฟสของความถี่ด้านข้างทั้งสองและรวมกับเฟสคลื่นพาหะจะสังเกตได้ว่า

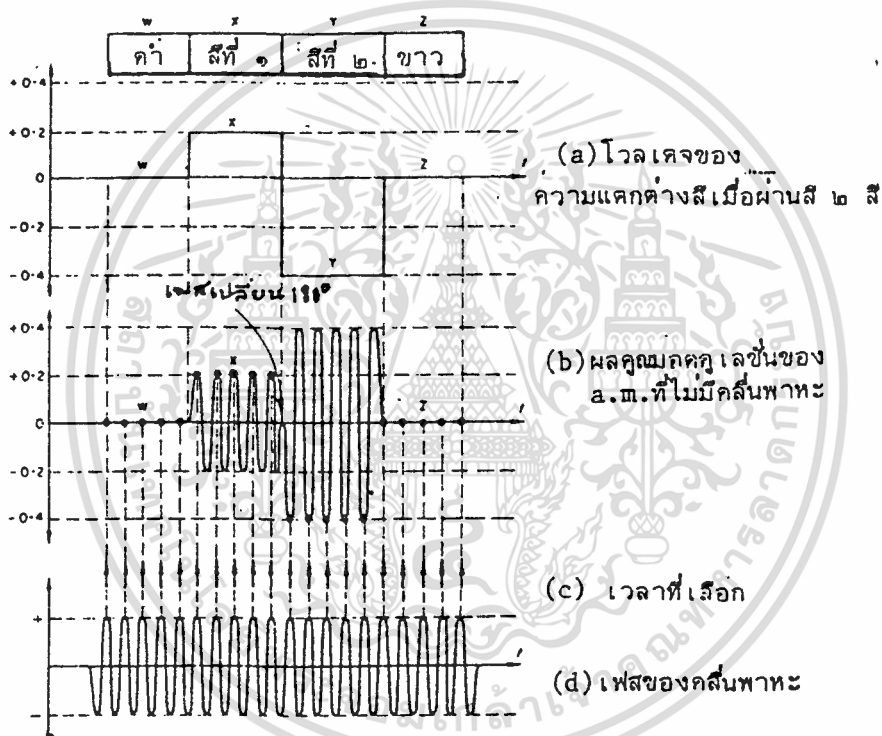
(1) ผลลัพธ์ของความถี่ด้านข้างเคียงทั้งสองจะอยู่ในแนวกับเฟสของคลื่นพาหะเสมอ มีเฟสเดียวกันในครึ่งไซเกิลหนึ่งของ f_m และมีเฟสตรงกันข้ามพร้อมทั้งหักล้างกันในอีกครึ่งไซเกิลหนึ่ง

(2) เนื่องจากผลรวมของความถี่ด้านข้างเคียงทั้งสองจะมีความสูงไม่เกินของคลื่นพาหะดังนั้นผลลัพธ์สุดท้ายจะต้องมีเฟสเดียวกับคลื่นพาหะเสมอ

(3) เส้นจุดไข่ปลาซึ่งต่อเรียงกันแสดงถึงลักษณะของ envelope ด้านบนของสัญญาณ A.M.

รูป (c) เป็นการเขียนเฟสของความถี่ด้านข้างเคียงใหม่โดยไม่กลับเฟสของคลื่นพาหะเพื่อเป็นการศึกษา double-sideband ที่ไม่มีคลื่นพาหะในการมอดคูเลทหนึ่งไซเกิลในกรณีนี้จะเห็นได้ชัดเจนว่าผลรวมเฟสสุดท้ายจะเปลี่ยนเฟสไป 180 ทุก ๆ ครั้งที่ผ่านศูนย์ของรูปคลื่นมอดคูเลทดังรูป (a)

รูป (f) แสดงถึงเฟสของคลื่นพาหะครึ่งไซเคิลบวก โคอะแกรมที่ (e) และ (f) เมื่อเปรียบเทียบกับ (b) แล้วจะเห็นว่ารูปคลื่นที่ตัดคลื่นพาหะทั้งหมดจะมีเฟสเดียวกันกับคลื่นพาหะเดิมในครึ่งไซเคิลแรกของการมอดูเลตกับคลื่นไซน์และมีเฟสตรงกันข้ามในครึ่งไซเคิลที่สอง ถ้าเรากลับเฟสทั้งหมดในรูป (c) ก็จะได้ envelope ของสัญญาณ A.M. ในอีกครึ่งในไซเคิลหนึ่ง



รูปที่ 4.10 สัญญาณที่ถูกตัดคลื่นพาหะทั้งหมดซึ่งสร้างโดยสัญญาณความแตกต่างสี่.

รูปที่ 4.10 (a) นี้แสดงถึงความแตกต่างสี่ซึ่งหมายถึงการสแกนของลำอิเล็กตรอน 1 เส้นผ่านแถบสีดำแถบสีที่ดำกัน 2 แถบและแถบสีขาว แถบสีขาวและสีดำที่ W และ Z ความแตกต่างสี่ที่เป็นศูนย์ที่ X ความแตกต่างสี่ของสัญญาณสี่เท่ากับ +0.2 ในขณะที่ Y โวลต์เตจความแตกต่างสี่เท่ากับ -0.4

ที่ (b) คือสัญญาณ A.M. แบบ double-sideband ไม่มีคลื่นพาหะ (Suppressed-carrier) ซึ่งเราเรียกว่าเป็นผลคูณมอดูเลชันที่ W และ Z ซึ่งสัญญาณมอดูเลชันเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นจะไม่มีควมดีด้านข้างเคียงและเนื่องจากคลื่นพาหะรองก็ถูกตัดออกไปไม่มีเหลือเลย สัญญาณออกจึงเป็นศูนย์

ที่ X ผลคูณของมอดคูลุชั่นจะแปรโดยตรงตามสัญญาณความแตกต่างสีและมีความสูงเป็น +0.2 เท่ากับความสูงในรูป (a) จะสังเกตได้ว่าแกน Y เป็นแกนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของความสูงและชั่วระดับโวลเตจระหว่างความแตกต่างสีในรูป (a) และรูป (b) จะต้องแตกต่างกันมากซึ่งแสดงถึงหลักการของความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างปริมาณทั้งสอง

จากการสังเกตจะเปรียบเทียบคลื่นพาหะจากรูป (d) ได้ว่าผลคูณของมอดคูลุชั่นของแถบสีจะมีเฟสเดียวกันกับคลื่นพาหะรอง (Sub-carrier) ในทางตรงกันข้ามแถบสี Y ซึ่งชั่วของความแตกต่างสีเป็นลบ ผลคูณมอดคูลุชั่นก็จะมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นที่ไม่มีคลื่นพาหะเดิม เฟสจะเปลี่ยนไป 180 ในขณะที่เปลี่ยนจาก X เป็น Y และความสูงของผลคูณมอดคูลุชั่นก็จะแปรโดยตรงกับความแตกต่างสีซึ่งจะอ่านได้ที่แกน Y เท่ากับ 0.4

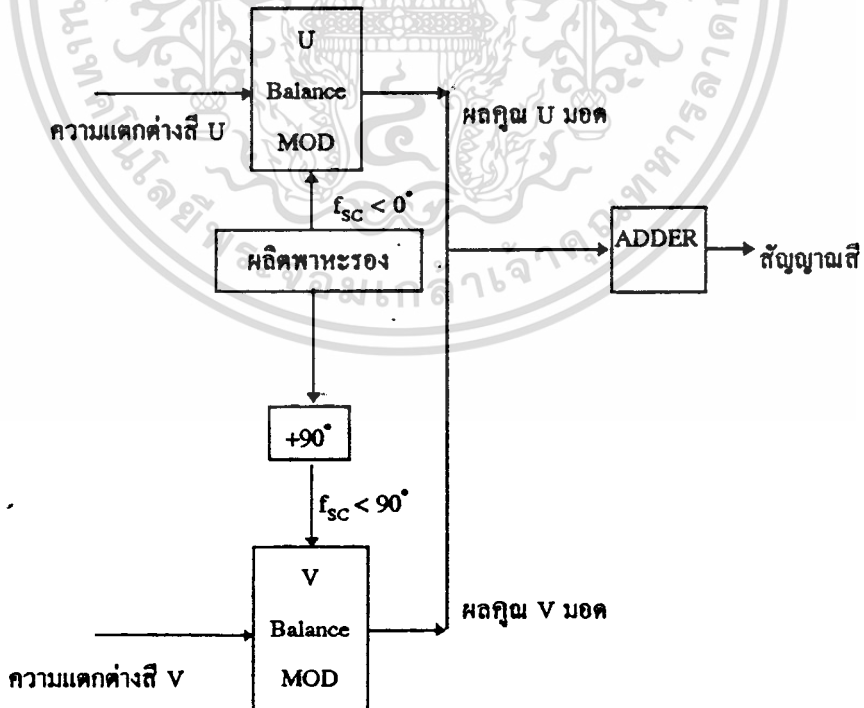
หลังจากนี้เราจะต้องพิจารณาถึงการสร้างสัญญาณความแตกต่างสีที่ถูกต้องจากผลคูณของมอดคูลุชั่น ช่วงบวกของคลื่นพาหะรองรูป (d) ถ้าส่วนสูงของผลคูณมอดคูลุชั่นถูกเลือกตามจุดต่าง ๆ ในรูป (c) ดังแสดงโดยหัวลูกศรแล้ว จะเห็นได้ว่าในช่วงบวกของจุดสูงสุดในคลื่นพาหะรองจะมีรูปลักษณะเหมือนสัญญาณความแตกต่างสีในรูป (a) สังเกตดูได้จากจุดไข่งปลา (b) ดังนั้นสัญญาณที่ไม่มีคลื่นพาหะ (Suppressed carrier signal) จึงมีความสัมพันธ์ที่สำคัญต่อชั่ว (polarity) ของสัญญาณมอดคูลุเลท ความแตกต่างสีซึ่งรวมถึงการ Synchronous demodulation ด้วย จะสังเกตได้ว่าเมื่อชั่วของสัญญาณความแตกต่างสีเป็นอย่างไร สัญญาณที่ไม่มีคลื่นพาหะก็ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไซน์ที่มีบวกและลบครึ่งไซกิล (half-cycles) เช่นกันและส่วนสูงสุด (Peak-amplitude) ของสัญญาณไซน์นี้จะมีเวลาเดียวกับสัญญาณที่ไม่มีคลื่นพาหะเดิม (Original suppressed carrier) ที่แสดงถึงความสูงของชั่วของสัญญาณความแตกต่างสี นี่คือเหตุผลสำคัญที่เราต้องมียังจรคลื่นพาหะรอง (subcarrier) ที่มีความถี่และเฟสอย่างถูกต้องในเครื่องรับโทรทัศน์สี

ในรูป (d) ถ้าคลื่นพาหะเปลี่ยนเฟสไป 90 จุดเลือกหัวลูกศรในรูป (b) จะไปเลือกที่ 0 ของรูป (d) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคลื่นพาหะที่ไปเข้าไปใหม่เปลี่ยนเฟสไป 90 แล้วจะไม่มีสัญญาณออกที่คิมอดคูลุเลเตอร์เลย ทั้งนี้เนื่องจากผลคูณมอดคูลุชั่นที่แยกกัน 2 อันซึ่งถูกกระทำโดยคลื่นพาหะที่มีความถี่เท่ากันแต่มีเฟสต่างกัน 90 อาจจะรวมกันได้โดยไม่เสียรายละเอียดของตัวเอง จากออสซิลเลเตอร์ภายในเครื่องรับจะสร้างคลื่นพาหะรอง 2 คลื่นที่มีเฟสต่างกัน 90 และจะส่งไปยังคิมอดคูลุเลเตอร์ 2 ตัว ซึ่งแต่ละตัวก็จะให้สัญญาณความ

แตกต่างกันของตัวเองออกมาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นพาหะที่เราใส่ไปยังคีมอดคูเลเตอร์วงจร ($R'-Y'$) นั้นมีเฟสที่เหมาะสมกับคีมอดคูเลเตอร์นั้นเท่านั้น และจะมีเฟสต่างไป 90° กับคลื่นพาหะรองของผลคูณมอดคูเลชัน (ในกรณีนี้คือ ($B'-Y'$) ของสัญญาณที่ไม่ต้องการ ดังนั้นในกรณีหลังจึงไม่มีสัญญาณออกเลย

4.2.3 Quadrature Amplitude Modulation

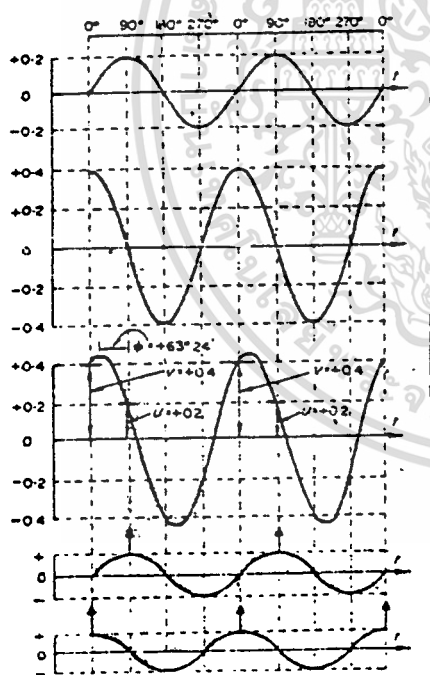
สัญญาณ A.M. ที่ไม่มีคลื่นพาหะหรือเรียกว่าสัญญาณความแตกต่างสี 2 สัญญาณรวมกันจะเกิดเป็นสัญญาณสี คูตามบล็อกโคเคแกรมรูปที่ 4.11 คลื่นพาหะรองที่ให้กับ V และ U balanced modulator นั้นต้องมีเฟสต่างกัน 90° ในระบบ PAL คลื่นพาหะรอง V จะเปลี่ยนเฟส $+90^\circ$ เส้นต่อเส้น (line-by-line) เมื่ออยู่ที่ $+90^\circ$ สัญญาณสีจะเหมือนกับสัญญาณ NTSC แต่ในเส้นต่อไปเฟสของคลื่นพาหะรอง V จะเปลี่ยนตรงข้ามซึ่งเราเรียกว่า NTSC-lines และ PAL-lines



กำหนดให้เฟสของสัญญาณพาหะรอง V ซึ่งเป็น NTSC-lines มีมุม $+90$ เมื่อเปรียบเทียบกับแกน $+U$ สัญญาณที่ออกจาก balanced modulator ทั้งสองจะไปรวมกันที่วงจรบวก วิธีการง่าย ๆ ซึ่งใช้ความต้านทานการร่วมกัน กระแสทั้งหมดที่ไหลผ่านความต้านทาน ก็คือผลรวมทางพีชคณิตของกระแสทั้งสอง

4.2.4 สัญญาณสี Q.A.M.

สัญญาณผลคูณมอดคูละชัน 2 สัญญาณรวมกันเป็นสัญญาณสี คลื่นไซน์ทั้งสอง แสดงถึงผลคูณมอดคูละชันที่มีความสูงที่มีอัตราส่วนสัญญาณความแตกต่างสี ($B'-Y'$) และ ($R'-Y'$) ซึ่งแทนด้วย U และ V กำหนดให้ $U=0.493 (B'-Y')$ และ $V=0.877 (R'-Y')$



- เฟสของสัญญาณสีที่อ้างอิง
- ผลคูณมอดคูละชันของ U ที่มีความแตกต่างสี คงที่ $U = +0.2$
- ผลคูณมอดคูละชันของ V ที่มีความแตกต่างสี คงที่ $V = +0.4$
- สัญญาณสี Q.A.M. ซึ่งได้จากการรวมกันของ U และ V
- เฟสของสัญญาณสี
- เฟสของคลื่นพาหะรองที่เข้าไปยังคิมมอดคูลเตอร์ U
- เฟสของคลื่นพาหะรองที่เข้าไปยังคิมมอดคูลเตอร์ V

รูปที่ 4.12 สัญญาณสี Q.A.M. ของสีม่วง

จากรูปทั้งสี่ในเรื่องนี้กำหนดให้ความเป็นไปได้ของสีที่แตกต่างกัน ในแต่ละผลคูณมอดคูละชันจะมีเฟสที่อาจจะเป็นไปได้ขึ้นอยู่กับสัญญาณความแตกต่างสี เมื่อ ($B'-Y'$) เป็นบวก ผลคูณมอดคูละชัน U จะมีมุม 0 และเปลี่ยนเป็น 180 เมื่อ ($B'-Y'$) เป็นลบ ใน

NTSC-lines ผลคูณมอดคูลุเลชัน V มีมุม $+90$ เมื่อ $(R' - Y')$ เป็นบวกและมีมุม 270 เมื่อ $(R' - Y')$ เป็นลบ

จะเห็นได้ว่ามุมของ U และ V จะมีความเป็นไปได้ถึง 4 ค่าด้วยกัน เพื่อความเข้าใจง่ายกำหนดให้ความสูงของ U และ V มีค่าคงที่คือ 0.2 และ 0.4 ตามลำดับเปลี่ยนเฉพาะเฟสเท่านั้น

จากรูปที่ 4.12 ให้โวลเตจของความแตกต่างสีทั้งสองเป็นบวก(สีม่วง) จากรูปนี้จะเห็นได้ว่าความสูงและเครื่องหมายของความแตกต่างสีคือ

$$U = 0.493 (B' - Y') = + 0.2$$

$$V = 0.877 (R' - Y') = + 0.4$$

$(B' - Y')$ เป็นบวกและผลคูณมอดคูลุเลชัน U มีเฟสเดียวกับ (a) ในทำนองเดียวกัน $(B' - Y')$ ก็เป็นบวกแต่มีเฟสของผลคูณมอดคูลุเลชันนำหน้า (a) อยู่ 90 ที่ (d) แสดงถึงสัญญาณสีที่ได้รับซึ่งได้จากการรวมกันทางกราฟ่าง ๆ ของ U และ V ที่ (b) และ (c) ผลรวมของสัญญาณเกิดจากคลื่นไซน์เช่นเดิมแต่เฟสจะนำหน้าจาก (a) ไปจาก (d) จะเห็นว่าจุดสูงสุดของคลื่นไซน์จะอยู่ทางซ้ายมือของมุม 90 ใน (a)

ค่าของสัญญาณทั้งมุมที่นำหน้าและจุดสูงสุดของความสูงหาได้ง่าย ๆ จาก (e) ซึ่งมีมุม $0+63\ 42'$ และความสูง 0.447

จากนี้จะต้องพิจารณาถึงความสำคัญของสัญญาณสีที่ได้มานี้

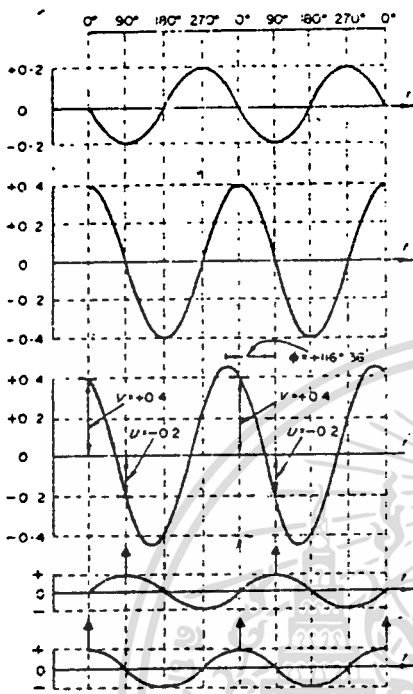
ที่ (f) คือสัญญาณคลื่นไซน์ที่เป็นคลื่นพาหะรองในเครื่องรับสำหรับป้อนเข้ายัง U synchronous demodulator สัญญาณนี้จะต้องมีเฟสตามแกน $+U$ เสมอ สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือเฟสของสัญญาณความแตกต่างสี U จะต้องมีผลคูณมอดคูลุเลชัน U ที่ 0 หรือ $+270$ ก็ตาม

จากรูป 4.13 แสดงให้เห็นถึงสีส้มซึ่งมีสัญญาณความแตกต่างสี U เป็นลบ (-0.2) และ V เป็นบวก ($+0.4$) เฟสของผลคูณมอดคูลุเลชันของ U และ V มีค่าเป็น $+180$ และ $+90$ ตามลำดับ

(d) คือสัญญาณสีและ (e) คือเฟสซึ่งแสดงให้เห็นถึงเฟสของสีจะอยู่ในส่วนที่ 2 มีมุม $116\ 36'$ ($180 - 63\ 24'$) และส่วนสูง 0.447 ที่ (d) จะเห็นได้ว่าเฟสจะนำหน้า (a)

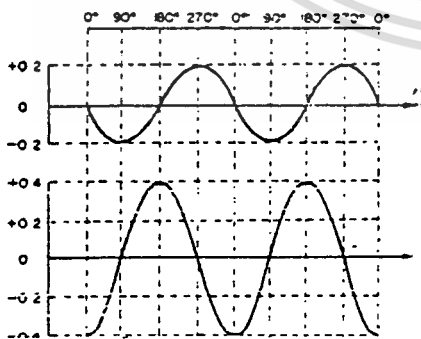
เปรียบเทียบกับได้โดยจุดสูงสุดของ (d) กับจุด 90 ของ (a)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



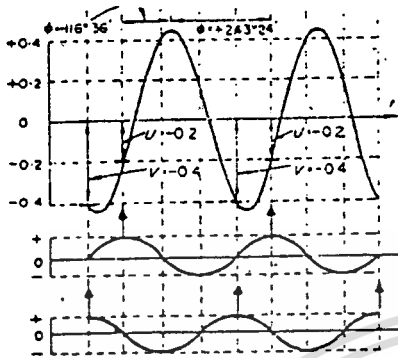
รูปที่ 4.13 สัญญาณ Q.A.M. ของสี่สับ

- (a) เฟสของสัญญาณสี่ที่อ้างอิง
- (b) ผลคูณมอดคูละชั้นของ U ที่มีความแตกต่างสี่
องที่ $u = -0.2$
- (c) ผลคูณมอดคูละชั้นของ V ที่มีความแตกต่างสี่
องที่ $V = +0.4$
- (d) สัญญาณสี่ Q.A.M. ซึ่งได้จากการรวมกันของ
U และ V
- (e) เฟสของสัญญาณสี่
- (f) เฟสของคลื่นพาหะรองที่เข้าไปยังคีมมอดคูละ
เคอร์ U
- (g) เฟสของคลื่นพาหะรองที่เข้าไปยังคีมมอดคูละ
เคอร์ V



รูปที่ 4.14 สัญญาณสี่ Q.A.M. ของสี่เดี่ยว

- (a) เฟสของสัญญาณสี่ที่อ้างอิง
- (b) ผลคูณมอดคูละชั้นของ U ที่มีความแตกต่าง
สี่องที่ $U = -0.2$
- (c) ผลคูณมอดคูละชั้นของ V ที่มีความแตกต่าง
สี่องที่ $V = -0.4$



(d) สัญญาณสี่ Q.A.M. ซึ่งได้จากการรวมกันของ U และ V

(e) เฟสของสัญญาณสี่

(f) เฟสของคลื่นพาหะรองที่เข้าไปยังคิมอดคูดเลเตอร์ U

(g) เฟสของคลื่นพาหะรองที่เข้าไปยังคิมอดคูดเลเตอร์ V

รูปที่ 4.14 สัญญาณสี่ Q.A.M. ของสี่เหลี่ยม (ต่อ)

คลื่นพาหะรองที่ใส่เข้าไปใหม่ตาม (f) และ (g) จะมีเฟสเหมือนกับรูป 4.12

บทที่ 5

การทำงานของวงจร RGB DECODER ระบบ NTSC

5.1 การทำงานของวงจร RGB DECODER ระบบ NTSC ที่ใช้ IC เบอร์ V7021

สัญญาณ COMPOSITE VIDEO ที่ได้จากกล้องโทรทัศน์ NTSC จะป้อนเข้าทาง VIDEO IN ซึ่งมีอิมพีแดนซ์เท่ากับ 75Ω และจะถูกขยายให้มีแอมพลิจูดมากขึ้นโดยวงจร VIDEO AMP ซึ่งใช้ TR1 เบอร์ C1815 เป็นวงจรขยายสัญญาณ COMPOSITE VIDEO จากนั้นจะแยกเป็น 2 ทาง ทางหนึ่งจะผ่านวงจร BAND PASS FILTER โดยใช้ L2,C7,C9 เพื่อกรองแถบความถี่ของสัญญาณ COMPOSITE CHROMA ออกจากสัญญาณ COMPOSITE VIDEO จากนั้นจะส่งเข้าไปที่ขา 24 ของ IC เบอร์ V7021 ซึ่งเป็นขา CHROMA IN เนื่องจากสัญญาณ CHROMA นั้นจะต้องส่งไปยังภาค CHROMA DEMODULATOR เพื่อทำการแยกเอาสัญญาณความถี่ออกมาได้ถูกต้องซึ่งคุณภาพสีที่ปรากฏบนจอจะสวยงามชัดเจนได้เพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับอัตราขยายของภาค CHROMA AMP ซึ่งสามารถปรับได้อีกที่ที่ VR 1 (CHROMA LEVEL) ที่ขา 23

สัญญาณ (BURST + CHROMA) COMPOSITE CHROMA ที่ขยายมาแล้ว เข้าที่ 24 ของภาค ACC จากนั้นสัญญาณ BURST จะถูกตรวจจับสัญญาณ CHROMA ออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งจะป้อนเข้าไปภาค BURST GAPE ซึ่ง BURST GAPE จะผลิตสัญญาณ BURST ส่งไปยังภาค ACC DETECTOR ซึ่งจะตรวจสอบความแรงของสัญญาณ CHROMA ตรงขนาดแอมพลิจูดแล้วเปลี่ยนเป็นแรงดัน ACC ส่งให้วงจร ACC เพื่อควบคุมการขยายสัญญาณ CHROMA ให้คงที่ อีกส่วนหนึ่งส่งไปยังภาค BLK เพื่อกำเนิด BLANKING PULSE ป้อนไปยังภาค ACK เพื่อทำให้อัตราขยายของวงจร CHROMA AMP คงที่ระหว่าง HORIZONTAL BLANKING ซึ่งเป็นช่วงที่มีสัญญาณ BURST อยู่ไม่ให้ถูกขยาย ในส่วนวงจร ACK นั้นจะควบคุมการทำงานของภาค CHROMA AMP ให้ทำงานในขณะที่รับสัญญาณโทรทัศน์สีเท่านั้นเพื่อป้องกัน COLOR NOISE (เม็คสโนว์สีปรากฏบนภาพขาวดำ) ในขณะที่รับสัญญาณภาพขาวดำภาค ACK จะบังคับให้ภาค CHROMA AMP หยุดทำงานวงจร ACK จะทำงานแบบสวิตซ์ ซึ่งคือเมื่อสัญญาณ COMPOSITE VIDEO ที่รับเข้ามาเป็นสัญญาณภาพสีจะมีสัญญาณ BURST เข้า

มาด้วย ซึ่งภาค ACK DETECTOR จะตรวจสอบสัญญาณ BURST ที่ส่งมาจากภาค BURST GATE นั้น แล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่งไปที่ภาค CHROMA AMP อีกที่

สัญญาณ CHROMA จากภาค CHROMA AMP จะส่งไปยังภาค ADD SUB SW ซึ่งภาคนี้จะทำหน้าที่หักล้างสัญญาณ CHROMA ที่ถูกหน่วงเวลาไป $64 \mu\text{s}$ กับสัญญาณ CHROMA ที่ผ่านวงจร SUBTRACTOR ได้เป็นสัญญาณ V และเสริมกับสัญญาณ CHROMA ที่ถูกหน่วงเวลาไป $64 \mu\text{s}$ กับสัญญาณ CHROMA ที่ผ่านวงจร ADDER ได้เป็นสัญญาณ U ออกไปในการทำงานระบบ PAL ส่วนในระบบ NTSC ไม่มีวงจร DELAY LINE ตรงภาคสี ดังนั้นจึงไม่มีสัญญาณ CHROMA ที่ถูกหน่วงเวลาจึงมีแต่สัญญาณ CHROMA ที่ถูกขยายเท่านั้นผ่านออกไปภาค ADD SUB SW จากนั้นจึงส่งไปยังภาค DEMODULATION ซึ่ง สัญญาณ CHROMA ที่ถูกขยายมาแล้วจะส่งไปแยกเอาสัญญาณความต่างสี (R-Y), (B-Y) ออกมาโดยวงจร SYNCHRONOUS DEMODULATOR โดยวงจร (R-Y) DEMODULATOR และ (B-Y) DEMODULATOR อีกส่วนหนึ่งของสัญญาณ (R-Y) และ (B-Y) จะนำไปสร้างสัญญาณความต่างสี (G-Y) ที่ วงจร (G-Y) MATRIX แล้วส่งต่อไปภาค Y/C MIX หรือภาค Y/C MATRIX เพื่อสร้างสัญญาณ R,G,B ออกมาที่ขา 16,17,18 สัญญาณ COMPOSITE VIDEO จะแยกเอาสัญญาณ LUMINANCE ออกมาโดยวงจร LOW PASS FILTER ซึ่งในวงจรนี้ใช้ C6, C8 และ L1 ต่อขนานกันเป็นวงจร LPF จากนั้นส่งไปยังขาที่ 27 คือขา VIDEO IN ที่มีแต่สัญญาณ LUMINANCE ผ่านเข้า Y AMP เพื่อทำการขยายสัญญาณ LUMINANCE ให้มีความแรงมากขึ้น ภาคขยาย LUMINANCE (Y AMP) ยังมีหน้าที่แยกเอาสัญญาณ LUMINANCE หรือสัญญาณภาพขาวดำปกติซึ่งมีแถบความถี่ DC ถึง 4.2 MHz ในการรับรายการสีในระบบ NTSC ออกมาเพื่อส่งไปหักล้างกับสัญญาณ LUMINANCE ที่ถูกกลับเฟสไป 180 องศา (-Y) ซึ่งรวมตัวอยู่ในสัญญาณความต่างสีที่แยกออกจากสัญญาณ SIDE BAND ที่รับเข้ามาเพื่อแยกเอาเฉพาะสัญญาณสีแดง (R) สัญญาณสีเขียว (G) และสัญญาณสีน้ำเงิน (B) ออกมาที่ขา 16,17,18 ซึ่งก็คือขา R,G,B OUTPUT ของ IC V7021 นั้นเอง ขณะที่รับรายการขาวดำ BANDWIDTH ของสัญญาณ LUMINANCE จะขยายออกกว้างเป็น 4.2 MHz วงจรขยาย LUMINANCE จะต้องขยายสัญญาณ เพื่อส่งป้อนให้อิเล็กตรอนกันทั้ง 3 เพื่อเกิดการสร้างภาพขาวดำที่หน้าจอนั้นจะส่งไปยังภาค PEDSTAL CLAMP วงจร PEDSTAL CLAMP ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันตรงระดับ BLANKING ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปตามค่าเฉลี่ยของสัญญาณภาพเพื่อรักษาระดับค่าของสัญญาณภาพให้คงที่ อีกส่วนหนึ่ง

สัญญาณ LUMINANCE จะผ่านภาค CLAMP เพื่อเพิ่มความแรงของสัญญาณ LUMINANCE ให้สูงขึ้นเพื่อขจัดระดับสัญญาณ SYNC ให้สูงกว่าสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น เพื่อให้การแยก สัญญาณ SYNC ทาง VERTICAL และ HORIZONTAL ไม่ ผิดพลาดไป เพื่อส่งเข้าภาค SYNC SEPERATOR ซึ่งภาคนี้ทำหน้าที่แยกเอาสัญญาณ SYNC PULSE ทาง VERTICAL และ HORIZONTAL ซึ่งมีระดับขนาดของสัญญาณแตกต่างกับขนาดของสัญญาณภาพ จึงสามารถแยกออกจากกันได้โดยการเปรียบเทียบขนาดกัน เนื่องจาก สัญญาณ HORIZONTAL SYNC มีค่า เท่ากับ 15,750 Hz, VERTICAL SYNC เท่ากับ 60Hz ในระบบ NTSC จึงสามารถแยกสัญญาณ SYNC ทั้งสองออกจากกันได้โดยใช้วงจร LPF (LOW PASS FILTER) ซึ่งกรองความถี่ต่ำผ่าน 60 Hz (VERTICAL SYNC) ออกมา และวงจร HPF (HIGH PASS FILTER) กรองความถี่ 15,750 Hz ออกจากสัญญาณ LUMINANCE (Y) และส่งออกที่ขา 2 ของ IC V7021 จากนั้นส่วนหนึ่งจะส่งเข้าไปภาค BF GEN (BAND FILTER AND GENERATOR) เป็นวงจรกรองความถี่ระหว่าง 3.2-4.2 MHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ของสัญญาณ CHROMA และสัญญาณ BURST เพื่อแยกเอาสัญญาณ BURST หรือสัญญาณ COLOR SYNC ออกมาเพื่อส่งไปกระตุ้นภาค BURST GATE ให้ทำงานสร้างสัญญาณ BURST ได้ถูกต้องอีกส่วนหนึ่งสัญญาณจากภาค SYNC SEPERATOR จะส่งไปยังภาค BLK PLS GEN (BLANKING PULSE GENERATOR) ซึ่งภาคนี้จะ กำเนิดสัญญาณ HOR BLANKING เพื่อส่งไปให้ภาค BLANKING ทำงาน ในขณะที่เดียวกันภาค BLANKING จะส่งสัญญาณไปควบคุมบังคับให้ภาค ACK ทำงาน และภาค ACK จะควบคุมการทำงานของภาค CHROMA AMP ดังที่กล่าวแล้ว

ภาค DEMODULATION แบบ SYNCHRONOUS จะมีอยู่สองวงจร วงจรหนึ่งจะทำการแยกสัญญาณ (R-Y) ออกจากไซด์แบนด์ของสัญญาณความถี่สี (R-Y) หรือสัญญาณ I ซึ่งสัญญาณนี้ได้ถูกเลื่อนเฟส 90 องศาในระบบ NTSC ดังนั้นความถี่จับแคร์เรียจจากภาค SUBCARRIER OSCILLATOR 3.579545 MHz จะส่งผ่านภาค SHIFT PHASE 90 องศา ได้ออกเป็นสองสัญญาณ คือ SUBCARRIER 0 องศา จะส่งไปยังภาค (B-Y) DEMODULATOR เพื่อแยกเอาสัญญาณ (B-Y) ออกมาในส่วนของ SUBCARRIER 90 องศาจะส่งไปยังภาค (R-Y) DEMODULATOR ที่ถูก SHIFT PHASE 90 องศา ไปเพื่อแยกเอาสัญญาณ (R-Y) ออกมาทาง OUTPUT ภาค DEMODULATOR จากนั้นส่งเข้าภาค Y/C MIX (Y/C MATRIX) ซึ่งสัญญาณ (R-Y) (B-Y) ส่วนหนึ่งจะนำ

ไปสร้างสัญญาณความถี่ (G - Y) ที่วงจร (G - Y) MATRIX ตามสมการ $(G - Y) = -0.51(R - Y) - 1.86(B - Y)$ เมื่อได้สัญญาณ (R - Y), (B - Y) และ (G - Y) แล้วจะถูกหักล้างเอาสัญญาณ (-Y) ออกมาโดยวงจร Y MATRIX จากการนำสัญญาณ (+Y) จากภาค SYNC SLICE นั้นมาทำการรวมกัน เพื่อให้ได้สัญญาณ R, G และ B ออกมาที่ขา 16, 17, 18 และส่งเข้าทำการขยายที่ IC3, IC2 เบอร์ NJM 2267 เพื่อขยายความแรงของสัญญาณให้สูงขึ้น โดยวงจรขยายนี้มีค่าอิมแดนซ์เท่ากับ 75Ω ซึ่งกำหนดด้วย R18, R19, R20 ได้สัญญาณ R, G, B ออกมาที่ R OUT, G OUT, B OUT ในส่วนของภาค VXO หรือวงจร SUBCARRIER OSCILLATOR มีหน้าที่สร้าง SUBCARRIER ของสัญญาณสี ความถี่ 3.579545 MHz ที่มีเฟสตรงกับ SUBCARRIER ที่มาจากกล่องวีดีโอโทรทัศน์สี ในระบบ NTSC เพื่อส่งไปให้วงจร SYNCHRONOUS DEMODULATOR (ภาค DEM) เพื่อแยกเอาสัญญาณความถี่ออกจาก ไรค์แบนด์ที่ส่งมา ลักษณะวงจรที่ใช้เป็นแบบ CRYSTAL OSCILLATOR ซึ่งใช้ CRYSTAL เป็นตัวสร้างความถี่ที่มีประสิทธิภาพสูง ในระบบ NTSC ส่วนมากจะเป็นวงจร ACTIVE OSCILLATOR แบบใช้สัญญาณ BURST ควบคุมโดยตรง แต่เนื่องจากว่า IC V7021 ออกแบบมาให้ใช้ได้กับระบบ PAL และระบบ NTSC ดังนั้นสัญญาณ BURST ที่ส่งมาจากภาค BURST GATE ซึ่งในระบบ NTSC มีความถี่และเฟสคงที่ ดังนั้นเมื่อสัญญาณ BURST ไปเปรียบเทียบกับ SUBCARRIER ของวงจร APC ที่ก่อสร้างแรงดันเมื่อเฟสผิดไปจึงจะนำแรงดันนี้ไปควบคุมวงจรสร้าง SUBCARRIER ที่ภาค VXO ดังนั้นความถี่ที่ออกมาจึงมีค่าคงที่และเฟสก็คงที่ตลอดซึ่งใช้ C19, C20, R17 และ X1 3.579545 MHz ซึ่งต่ออยู่ภายนอกตัว IC V7021 เป็นวงจรสร้าง SUBCARRIER ตลอดเวลาจากนั้นจะผ่านภาค +45 องศา / -45 องศา ทำการ SHIFT SUBCARRIER ไป 90 องศา กับ 0 องศา ออกมาเพื่อส่งไปภาค DEM ต่อไป แต่สัญญาณ 90 องศา ส่งไปภาค HUE ซึ่งภาคนี้ทำหน้าที่กำหนดคุณลักษณะของแสงสี เพื่อให้สีที่แสดงออกมาบนจอถูกต้องโดยสามารถปรับได้อีกที่ HUE ADJ โดยมี VR2 10K เป็นตัวปรับ HUE อยู่ภายนอก IC ที่ต่อที่ขา 10

เนื่องจากสัญญาณ SYNC ที่ออกมาจากขา 2 มีปัญหาเรื่อง IMPEDANCE และ AMPLITUDE ดังนั้นจึงต้องผ่านวงจร SYNC AMP อีกที โดยใช้ IC LM386 ต่อเป็นวงจรขยายแบบ OPEN LOOP เพื่อขยายสัญญาณ SYNC ให้สูงขึ้นอีก โดยการปรับขนาดของสัญญาณได้อีกที่ VR3 10K และทางเอาต์พุตของ OP -AMP จะต่อ R 75 Ω เพื่อ

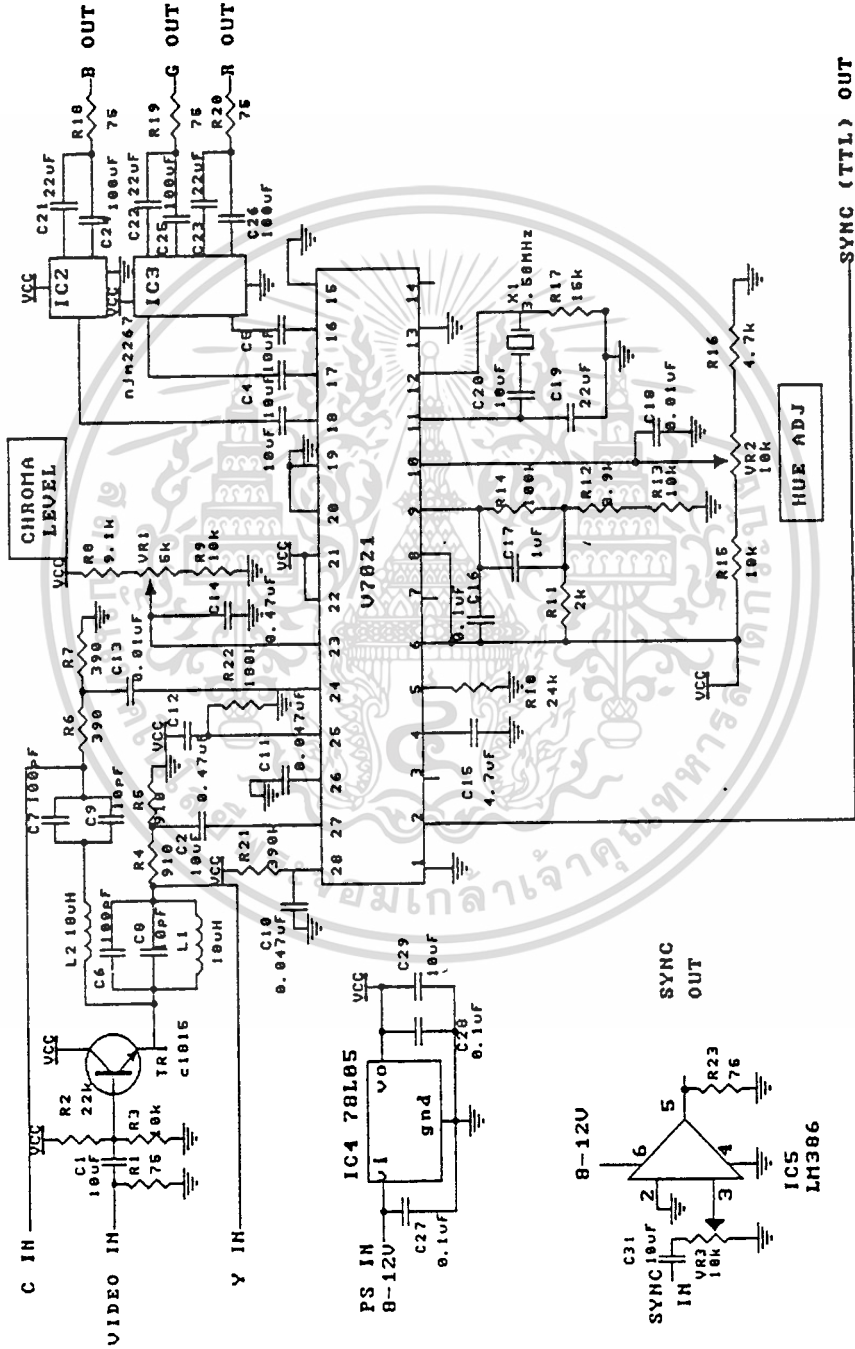
เอกสารนี้เป็น OUTPUT IMPEDANCE ให้แก่วงจร SYNC AMP มิเช่นนั้นเมื่อต่อเข้ากับ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ์ด TAGAR 32 ที่อยู่ในคอมพิวเตอร์โดยการต่อสัญญาณ R , G , B และ SYNC เข้าที่ CONNECTOR ของการ์ดจะทำให้ภาพลึ้มและแสงสว่างที่หน้าจอจะค่อยๆ มีดลิ่ง ซึ่งเมื่อได้ทำการแก้ไขแล้วก็ได้ผลการแสดงภาพบนจอCOMPUTERที่สมบูรณ์ในวงจรนี้ ใช้ไฟ VCC +5 โวลต์ โดยวงจร SUPPLY ใช้ IC 7805 เป็นวงจรสร้างแรงดันไฟVCC +5 โวลต์ ซึ่งใช้ไฟDC 8-12 โวลต์ป้อนเข้าทาง INPUT

5.2 การทดลองและผลการทดลอง

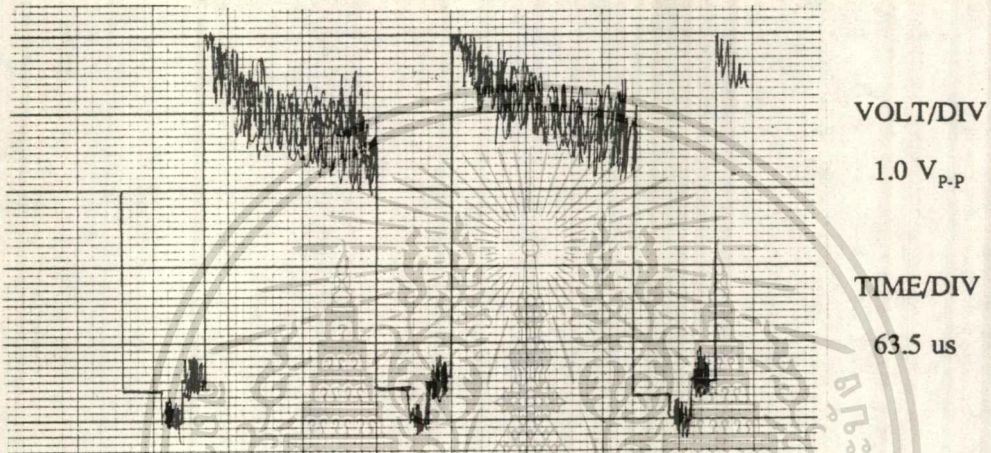
ทำการป้อนสัญญาณ COMPOSITE VIDEO จากกล้องโทรทัศน์สี NTSC เข้ากับวงจร DECODER ที่ใช้ IC V7021 ซึ่งทำการแก้ปัญหานในเรื่อง AMPLITUDE ของสัญญาณ SYNC รวมทั้งเรื่อง IMPEDANCE ของภาค SYNC OUTPUT ที่ขา 2 ของ IC V7021 โดยต่อวงจร SYNC AMPLIFIER ที่ใช้ IC LM386 ที่มีการต่อความต้านทานค่า 75 Ω เป็น IMPEDANCE เพื่อให้ MATCH กับ INPUT ของการ์ด TAGAR แล้วสัญญาณ R G B และสัญญาณ SYNC ที่ได้จากการ DECODER จะป้อนเข้ากับการ์ด TAGAR ที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณ R G B ที่อยู่ในลักษณะสัญญาณอนาลอกให้อยู่ในลักษณะสัญญาณดิจิตอลเพื่อสามารถทำการประมวลผลด้วย COMPUTER ได้ ซึ่งหลังจากทำการใช้โปรแกรมในการประมวลผลซึ่งโปรแกรมนี้สามารถเลือกสัญญาณในการประมวลผลได้ทั้งสัญญาณ S VIDEO และสัญญาณ R G B ซึ่งสัญญาณที่ใช้ในการทดลอง คือ สัญญาณ R G B รวมทั้งป้อนสัญญาณ SYNC ด้วย ผลการทดลองกับการ์ดTAGAR สามารถที่จะแสดงสัญญาณภาพบนจอ COMPUTER ได้ดี



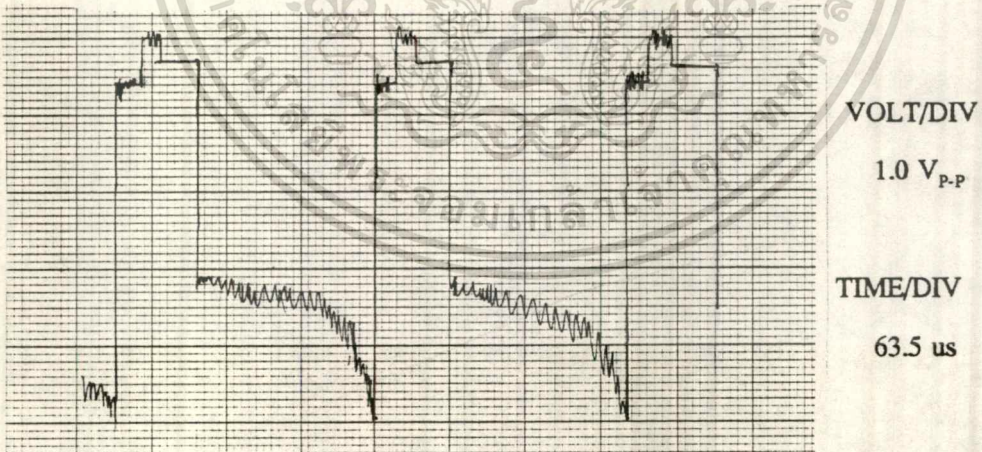
SYNC (TTL) OUT

5.2.1 ผลการวัดสัญญาณที่จุดต่างๆของวงจร

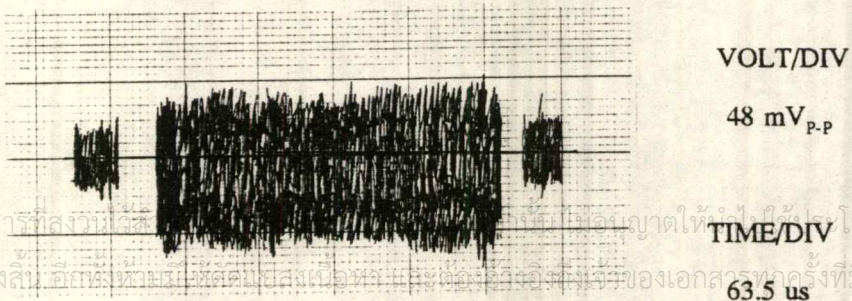
1. วัดสัญญาณ VIDEO INPUT



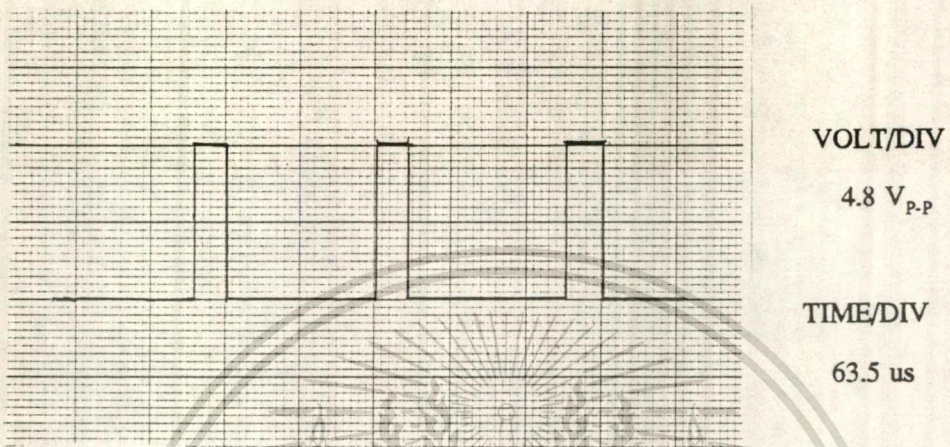
2. วัดสัญญาณ Y-SIGNAL



3. วัดสัญญาณ CHROMA

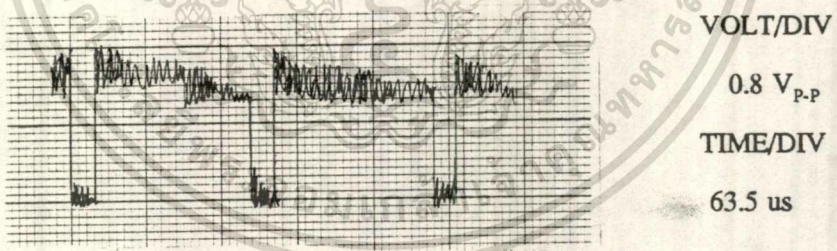


4. วัดสัญญาณ SYNC

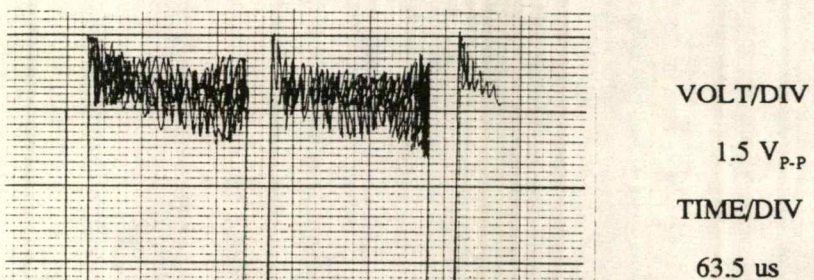


5. วัดสัญญาณ R ก่อนเข้าและหลัง IC NJM2267

ก่อน

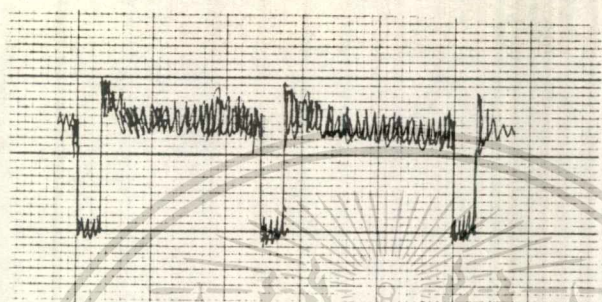


หลัง



6. วัดสัญญาณ G ก่อนเข้าและหลัง IC NJM2267

ก่อน



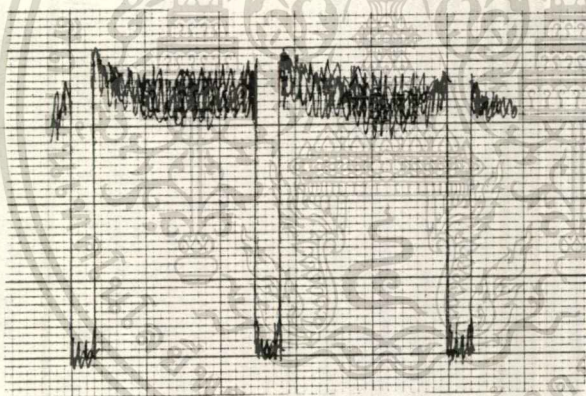
VOLT/DIV

0.8 V_{P-P}

TIME/DIV

63.5 us

หลัง



VOLT/DIV

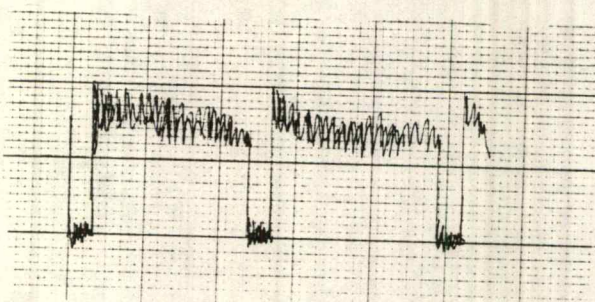
1.5 V_{P-P}

TIME/DIV

63.5 us

7. วัดสัญญาณ B ก่อนเข้าและหลัง IC NJM2267

ก่อน



VOLT/DIV

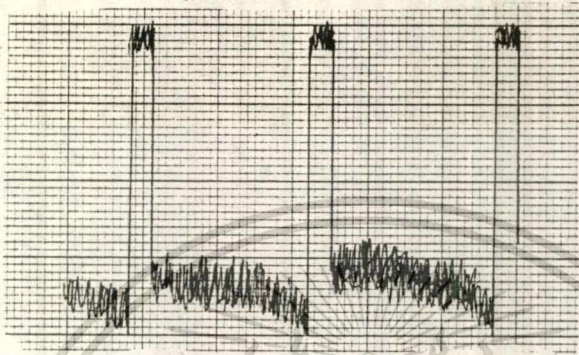
0.8 V_{P-P}

TIME/DIV

63.5 us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลัง



VOLT/DIV

1.5 V_{p-p}

TIME/DIV

63.5 us

5.2.2 การทดลองโดยการใช้ TARGA+ CARD

TARGA+ CARD เป็นการ์ดที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลภาพ (IMAGE PROCESING) ภายในการ์ดประกอบด้วยวงจรหลายส่วนด้วยกัน เช่น ส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D) ส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาลอก (D/A) และส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำ (MEMORY) ซึ่งมีความสำคัญมากในการเก็บข้อมูลภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพ

การนำ TARGA+ CARD มาใช้งานนั้น สามารถนำมาติดตั้งเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) โดยทั่วไปได้ แต่ต้องมีการSETUPทั้งทางด้านHARDWARE และ SOFTWARE ในการ SETUP HARDWARE ต้องSET DIP SWITCH เพื่อระบุตำแหน่งการติดตั้งว่าต้องการให้อยู่ที่ตำแหน่งใดของ I/O ADDRESS ในที่นี้เซตไว้ที่ 0*220 ส่วนการ SETUP SOFTWARE มีอยู่หลายขั้นตอนด้วยกันที่สำคัญ ก็มีโปรแกรมที่ได้มาให้กับการ์ดทำการติดตั้งลงบน HARDDISK ก่อน และSETUP CONFIG.SYS กับ AUTOEXEC.BAT โดยการ SET CONFIG.SYS ให้ DEVICE เป็น

```
DEVICE =C:\DOS6.2\EMM386.EXE\HIGHSCAN I = B000-B7FF X = E000-EFFF
```

```
DEVICE =C:\PLUS\TARGA.SYS B0 I220 ME R1 W1 S1 D6
```

```
SET AUTOEXEC.BAT เป็น
```

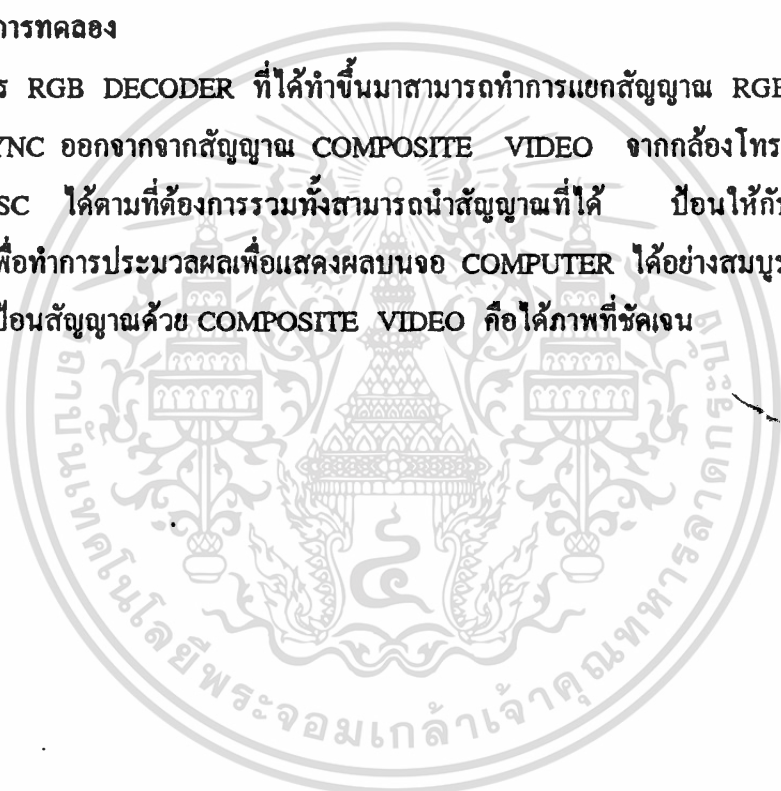
```
SET TARGASET =T32 E R I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารของ TARGA+ CARD ได้รับการออกแบบให้สามารถรับอินพุตได้สองทาง ก็คือ รับสัญญาณที่เป็นคอมโพสิต (COMPOSITE) และรับสัญญาณที่เป็น RGB SYNC จึงเมื่อนำไปใช้

ป้อนสัญญาณให้กับการ์ดไม่ว่าจะป้อนด้วยอินพุทแบบใด เอาท์พุทจะออกมาใกล้เคียงกัน ในการทดลองวงจร RGB DECODER ที่คือเป็นอินพุทให้กับการ์ด จากผลการทดลองที่ผ่านการแก้ไขวงจรแล้ว ได้เอาท์พุทที่ใกล้เคียงกันกับการป้อนอินพุทด้วยสัญญาณคอมโพสิต (COMPOSITE) มาก ซึ่งตรงกับความต้องการ

5.3 สรุปผลการทดลอง

วงจร RGB DECODER ที่ได้ทำขึ้นมาสามารถทำการแยกสัญญาณ RGB และสัญญาณ SYNC ออกจากจากสัญญาณ COMPOSITE VIDEO จากกล้องโทรทัศน์สีระบบ NTSC ได้ตามที่ต้องการรวมทั้งสามารถนำสัญญาณที่ได้ ป้อนให้กับการ์ด TAGAR+ เพื่อทำการประมวลผลเพื่อแสดงผลบนจอ COMPUTER ได้อย่างสมบูรณ์เช่นเดียวกับการป้อนสัญญาณด้วย COMPOSITE VIDEO คือได้ภาพที่ชัดเจน



บทที่ 6

การทำงานของคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์

6.1 หลักการทำงานของวงจรคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์

ในส่วนของภาคกำเนิดแพทเทอร์นใช้ไอซีเบอร์ ZNA234E หน้าที่กำเนิดสัญญาณซิงค์และแบล็กกิ้งทั้งแนวนอนและแนวตั้ง กำเนิดสัญญาณแพทเทอร์นต่างๆ คือ รูปจุด (DOT), รูปเส้นตาราง (XH), เส้นแนวนอน (HL) และเส้นแนวตั้ง (VL) ส่วนแพทเทอร์นรูปบาร์ ไม่ได้นำมาจาก ZNA234E เนื่องจากเสถียรภาพไม่ดี จึงใช้วิธีสร้างใหม่จากสัญญาณเส้นแนวตั้ง เอาท์พุทจาก ZNA234E เป็นสัญญาณแสงสว่าง (LUMINANCE) หรือสัญญาณขาวดำเท่านั้น ซึ่งจะต้องผ่านวงจรต่างๆ เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณสีโดยเพิ่มสัญญาณ RGB และสัญญาณBURST เข้าไป

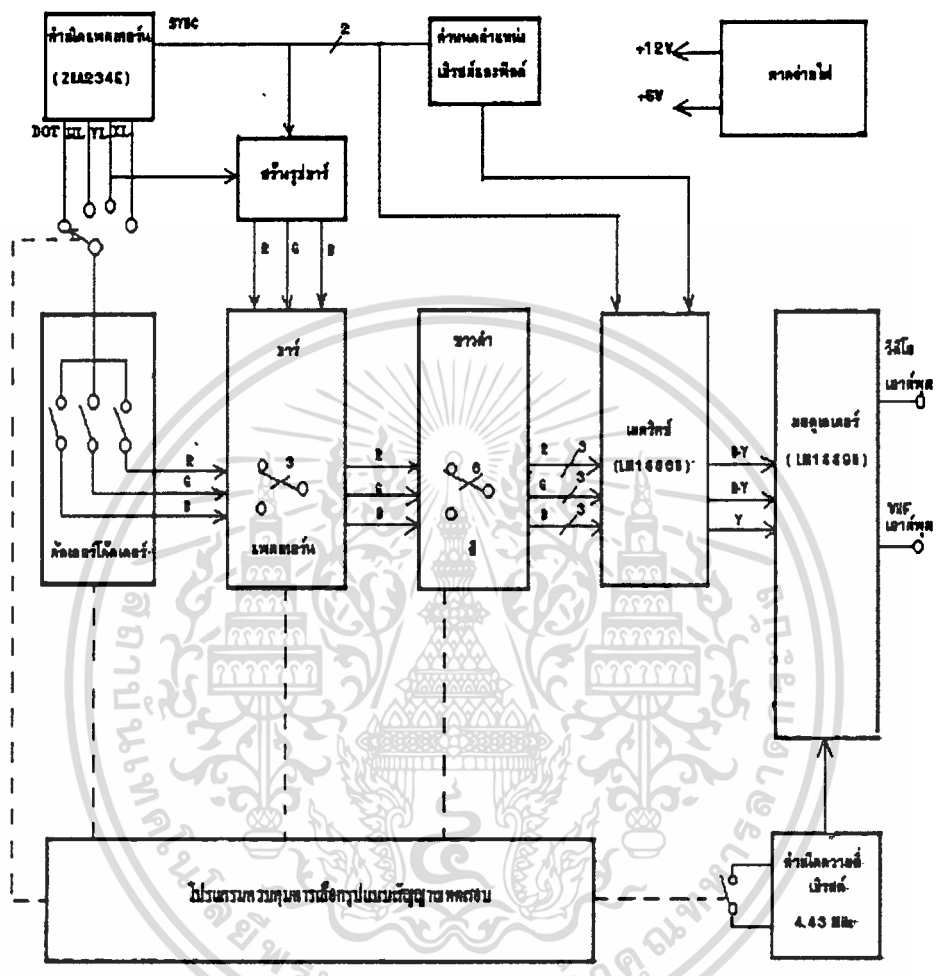
ภาคคัลเลอร์โค้คเตอร์ทำหน้าที่เลือกสี RGB หรือสีผสมอื่นๆ กรณีที่ต้องการแสดงสีอย่างเดียว และทำหน้าที่ผ่านสัญญาณแพทเทอร์นอื่นๆ คือ DOT, HL, VL, XH จากนั้นจะผ่านสวิทช์เลือกเพื่อเลือกกระหว่างสัญญาณแพทเทอร์นอื่นๆ และรูปบาร์

เอาท์พุทจากสวิทช์เลือกส่วนนี้ได้เป็นสัญญาณ R G B ถูกนำไปผ่านวงจรจัดอินพุทให้กับภาคเมตริกซ์ เพื่อให้ได้สัญญาณที่เป็นขาวดำหรือสีตามที่ต้องการ วงจรเมตริกซ์ใช้ไอซีเบอร์ LM1886N ซึ่งจะได้รับสัญญาณกำหนดตำแหน่งเบิร์ตและสัญญาณกำหนดตำแหน่งฟิลด์ เอาท์พุทที่ได้เป็นสัญญาณ R-Y, B-Y และสัญญาณ Y ป้อนให้ภาคมอดูเลเตอร์ซึ่งเป็นระบบ PAL 625 เส้นโดยใช้ไอซีเบอร์ LM1889N และวงจรกำเนิดซัพแคเรียร์ที่ 4.43 MHz (ความถี่สัญญาณเบิร์ต) ถูกป้อนเข้าที่ภาคมอดูเลเตอร์พร้อมกับสัญญาณภาพรวมที่มีองค์ประกอบครบถ้วนหนึ่งเอาท์พุทและมอดูเลเตอร์ความถี่ย่าน VHF แบนด์ L อีกหนึ่งเอาท์พุท โดยการเลือกลักษณะสัญญาณภาพแพทเทอร์นต่างๆ ที่ต้องการถูกควบคุมโดยการกดปุ่มและมีการแสดงผลโหมดการทำงานที่ LED ด้วย

การทำงานของวงจรคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์

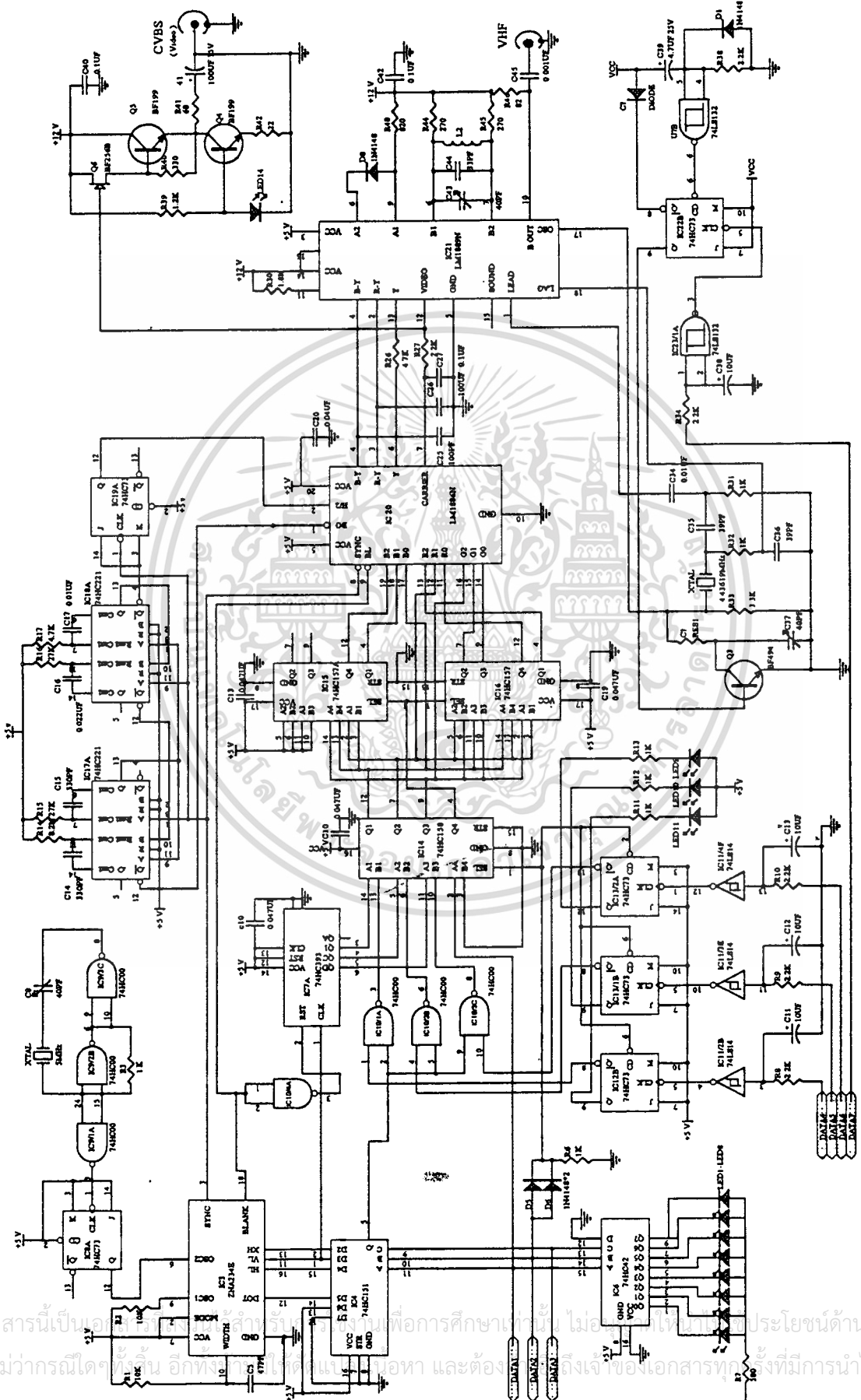
วงจรสมบุรณ์ของคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์ ดังแสดงดังรูปที่ โดยมี IC_{9A} -IC_{9B} เบอร์ 74LS00 ซึ่งเป็นไอซีแอนด์เกต 2 อินพุท ทำหน้าที่กำเนิดความถี่ 5 MHz ร่วมกับ X'TAL₁, C₈ และ R₃ มี IC₉ เบอร์ 74HCT73 ซึ่งเป็นไอซีเจเค-ฟลิปฟลอปแบบทริกด้วย

การทำงานของวงจรคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอเรเตอร์



รูปที่ 6.1 การทำงานของวงจรคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอเรเตอร์

กับ $X'TAL_1, C_8$ และ R_3 มี IC_8 เบอร์ 74HCT73 ซึ่งเป็นไอซีเจก-ฟลิปฟลอปแบบทริกด้วยขอบขาลง ทำการหาร 2 เหลือ 2.5 MHz ป้อนให้ IC_3 เบอร์ ZNA234E ซึ่งจะกำเนิดสัญญาณแพทเทอร์นได้ 4 แบบ ได้แก่ สัญญาณรูปจุด (DOT) สัญญาณแนวนอน(HL) สัญญาณแนวตั้ง (VL) และเส้นตารางรวมทั้งกำเนิดสัญญาณซิงค์โคร โนซ์เซชั่น 2 สัญญาณ ได้แก่ สัญญาณซิงค์รวม (MIXED SYNC) และสัญญาณวีดีโอแบลิ่งกักรวม (MIXED VEDIO BLANKING) IC_4 เบอร์74HCT151เป็นไอซีฮอินพุตมัลติเพล็กเซอร์ทำหน้าที่เลือกสัญญาณ 1 สัญญาณจาก6สัญญาณ(2สัญญาณคือสัญญาณภาพสีเขียวและสัญญาณภาพขาวดำและ4 สัญญาณจาก IC_3)โดยจะถูกควบคุมจากพอร์ทขนานของ



คอมพิวเตอร์คือที่พอร์ทพริ้นเตอร์โดยใช้ขาสัญญาณจำนวน 4 ขาคือขา 2, 3, 4 และ 5 มาเข้ารหัสไบนารีขนาด 4 บิต ตามรูปแบบที่ต้องใช้ในการเลือกแพทเทอร์ที่ต้องการรูปแบบที่ใช้คือ 0001, 0010, 0100, 0110, 0100, 1010, 1100, และ 1110) ตามการเลือกแพทเทอร์ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าที่ขาอินพุต A, B, C ของ IC₄ ค่อยกับขา 3, 4 และ 5 ตามลำดับทำให้สามารถเลือกแพทเทอร์ได้ตามที่เลือกจากโปรแกรมคัลเลอร์แพทเทอร์เงินเนอร์เรเตอร์ จำนวน 8 สัญญาณขา 3, 4 และ 5 จากพอร์ทพริ้นเตอร์ จะป้อนเข้าอินพุต A, B และ C ของ IC₈ เบอร์ 74HCT42 ซึ่งเป็น ไอซีหนึ่ง-สิบ ดีโคดีเคอร์ ด้วยตามลำดับ เพื่อแสดงโหมดการเลือกแพทเทอร์ต่างๆ

IC₇ เบอร์ 74HCT393 ซึ่งเป็น ไอซีคิวอัลติโคดี ไบนารีเคาเตอร์ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณรูปบาร์ โดยนำสัญญาณเส้นแนวตั้ง (VL) มาเป็นสัญญาณนาฬิกาและ สัญญาณแบล็กกิ้งมาอินเวอร์แล้วป้อนให้กับขา รีเซต จะได้สัญญาณเอาต์พุตที่ขา Q_B, Q_C และ Q_D ของ IC₇ ป้อนให้กับขาอินพุต A₁, A₂ และ A₃ ของ IC₁₄ เบอร์ 74HCT158 ซึ่งเป็น ไอซี 2 อินพุตมัลติเพล็กซ์เซอร์ ตามลำดับ ขาเอาต์พุต Q ของ IC₄ เป็นเอาต์พุตที่ได้จากการเลือกแพทเทอร์ป้อนให้กับขาอินพุต 2, 5 และ 9 ของ ไอซีแอนด์เกต IC₁₀ และขาอินพุต 1, 4 และ 10 จะต่ออยู่กับขา Q ของฟลิปฟลอป IC₁₂, IC_{13/1} และ IC_{13/2} เบอร์ 74HCT73 ตามลำดับ โดย IC₁₀ จะทำหน้าที่ เปิดสัญญาณ RGB (แดง , เขียว , น้ำเงิน) ปกติ Q จะเป็น "1" ขา Q จะเป็น "0" LED₉ -LED₁₁ จะติด รหัสไบนารีขา 6, 7 และ 8 จากพอร์ทพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวควบคุม IC₁₂, IC_{13/1} และ IC_{13/2} ตามลำดับ สมมติว่ากด B (สีน้ำเงิน) จากเมนูโปรแกรมคัลเลอร์แพทเทอร์เงินเนอร์เรเตอร์(สีน้ำเงิน)จะมีสัญญาณคล็อกไปทริกขา CLK ของ IC₁₂ ซึ่งปกติจะเป็น "0" (IC₁₂, IC₁₃ จะต่อในลักษณะการทำงานแบบฟลิปฟลอป) ทำให้ขา Q เป็น "1" Q เป็น "0" LED₁₁ จะดับ ขา 1 ของ IC_{10/1} เป็น "0" ตลอดโดยไม่สนว่า อินพุตขา 2 จะเป็นอะไร จึงทำให้ไม่ให้น้ำเงินสัญญาณภาพที่เอาต์พุตจะได้สีแดงและสีเขียวผสมกัน ซึ่งจะเห็นชัดในโหมดของรูปสี่เหลี่ยม สีเดียว ส่วน IC_{13/1} และ IC_{13/2} ก็ทำงานในลักษณะเดียวกัน IC₁₄ ทำหน้าที่เลือกสัญญาณรูปบาร์ซึ่งต่อกับขา A₁-A₃ หรือสัญญาณแพทเทอร์ ซึ่งต่อกับขา B₁-B₃ โดยมีขา SEL เป็นตัวเลือกว่าจะให้สัญญาณจาก A หรือ B ออกที่เอาต์พุต ซึ่งจะถูกลเลือกโดยการนำเอารหัสไบนารีขา 4 กับ ขา 5 ของพอร์ทพริ้นเตอร์ มาต่อกับไดโอด D₁ และ D₂ ในลักษณะของการออร์กันเมื่อขา SEL เป็น "0" ก็จะเลือกอินพุต A เมื่อเป็น "1" จะเลือกอินพุต B ส่วนขา A₄ จะต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับขา 3 ของ พอร์ทพรีนเดอร์ ซึ่งจะได้อาท์พุทที่ขา Q_4 ของ IC_{14} ออกไปควบคุม IC_{15} และ IC_{16} เบอร์ 74HCT157 ซึ่งเป็น ไอซีแบบ 2 อินพุท มัลติเพล็กซ์ เซอร์คัวไป

เอาท์พุท Q_1-Q_4 ของ IC_{14} จะถูกอินเวอร์ทภายใน ไอซีป้อนให้ IC_{15} และ IC_{16} เพื่อทำหน้าที่จัดอินพุทให้กับ IC_{20} เบอร์ LM1886N ซึ่งเป็น ไอซีวีดีโอเมตริกซ์ IC_{17}, IC_{18} เบอร์ 74HCT221 เป็น ไอซี โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ มีอินพุทแบบ ชิมิทริกเกอร์ และ IC_{19} เบอร์ 74HCT73 จะนำสัญญาณซิงค์จาก IC_3 มาสร้างสัญญาณกำหนดตำแหน่งมิลลิวินาที (BG) และสัญญาณเส้นแนวนอนฟิลด์ (H/2) ป้อนให้ IC_{20} เพื่อทำการรวมกับสัญญาณซิงค์สัญญาณแบล็งก์จาก IC_3 และสัญญาณ RGB ที่ได้จาก IC_{15}, IC_{16} และสัญญาณคลื่นพาหะอ้างอิง (CARRIES REFERENCE) ได้สัญญาณเอาท์พุท B-Y, R-Y และ Y ป้อนให้ IC_{21} เบอร์ LM1889N ซึ่งเป็น มอดูเลเตอร์ สัญญาณเอาท์พุท Y ของ IC_{20} ซึ่งเป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอแบล็งก์ CVBS (COMPOSITE VIDEO BLANKING SYNCHRONIZATION) จะผ่านตัวต้านทาน R_{26} ไปยังวงจรมอดูเลเตอร์และขยายโดย Q_4-Q_6 IC_{21} ทำหน้าที่มอดูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเบอร์ LM1889N ทำการมอดูเลตสัญญาณความถี่และสัญญาณแสงสว่าง แล้วส่งออกอากาศเป็นสัญญาณอาร์เอฟ ย่านความถี่ VHF ช่วงความถี่ช่อง 2-4 ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์อุปกรณ์รอบ ๆ

คริสตัล $X'TAL_2$ และอุปกรณ์รอบ ๆ ทำหน้าที่สร้างจับแคเรียร์ที่ 4.43 MHz ป้อนให้ขา 1, 17 และ 18 ของ IC_{21} โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_3 เป็นตัวเปิดปิดการทำงาน ของวงจรมอดูเลตทรานซิสเตอร์ Q_3 จะไม่นำกระแส เพราะ IC_{22} เบอร์ 74HCT73 ขา Q เป็น "0" และ \bar{Q} เป็น "1" LED_{13} คับ เมื่อเลือก BURST OFF ขา Q เป็น "1" ขา \bar{Q} เป็น "0" LED_{13} จะติด ทรานซิสเตอร์ Q_3 จะนำกระแสทำให้ไม่มีความถี่จับแคเรียร์สัญญาณมอดูเลตใน IC_{21} จะเป็นการมอดูเลตแบบ DSB (Double Sideband) ได้เอาท์พุทออกที่ขา 10 และความถี่ถูกกำหนดโดยวงจรมอดูเลต L-C แทงค์ คือคาปาซิเตอร์ C_{43}, C_{44} และตัวเหนี่ยวนำ L_2 สามารถเปลี่ยนช่องจากช่อง 2 ถึง 4 ได้โดยการปรับคาปาซิเตอร์ C_{43}

สรุปการทำงานทั้งหมด เมื่อเปิดเครื่อง LED_1, LED_9, LED_{11} จะติด และสถานะที่พอร์ทพรีนเดอร์เป็น "0" ขณะยังไม่มีการเลือกรูปแบบของสัญญาณจะมีรหัสไบนารีเป็น "0000" ขา A_4 และขา SEL ของ IC_{14} เป็น "0" ทำให้เลือก A และถูกอินเวอร์ทภายใน IC_{14} เอาท์พุท Q_4 เป็น "1" ทำให้ขา SEL ของ IC_{15} กับ IC_{16} เป็น "1" ด้วย ทำให้เลือกอินพุท B ได้เอาท์พุท ป้อนให้ IC_{20} ทำการเมตริกซ์ และส่งต่อให้ IC_{21} ทำการมอดูเลตเตอร์เป็นสัญญาณอาร์เอฟ ได้แพตเทิร์นรูปแท่ง 8 สี (ขาว เหลือง ฟ้า เขียว ม่วง แดง น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงิน และค่า) จากนั้นเมื่อคัดเลือกรูปแบบที่ต้องการจากโปรแกรมคัลเลเตอร์แพทเทอร์นเงินเนอร์เรเตอร์ก็จะมีรูปแบบรหัสไบนารีตามการเลือกแพทเทอร์นไปควบคุมการเปลี่ยนได้

6.2 การทดลองและผลการทดลอง

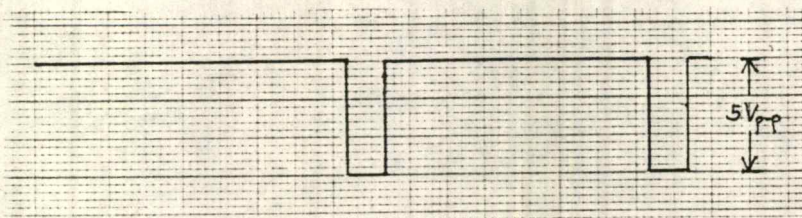
ให้ปรับทริมเมอร์ทั้งหมดไว้กึ่งกลางและตัวต้านทานปรับค่าได้ VR₁ ทางขวาสุด จากนั้นก็ทำการจ่ายไฟเข้าเครื่อง LED₁, LED₁₄ และ LED₉-LED₁₁ จะติด นำออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ 3 ของ IC_{9/11} จะได้สัญญาณรูปซายน์ความถี่ 5 MHz ปรับ C₈ ให้ได้รูปซายน์ที่สมบูรณ์ จากนั้นก็วัดสัญญาณที่ขาต่างๆ ของ IC₂₀ เปิดเครื่องรับโทรทัศน์สีไปที่ช่อง 3 ต่อสายสัญญาณจากคัลเลเตอร์แพทเทอร์นเงินเนอร์เรเตอร์ไปยังสายอากาศโทรทัศน์เอาร์ทูดอิมพีแดนซ์ของเครื่องนี้มีค่า 75 ซึ่งภาพที่ได้อาจไม่ชัดเจนให้ค่อยปรับ C₄₃ จนกว่าจะได้ภาพที่ชัดเจนที่สุด C₃₇ ใช้ปรับความคมชัดของแถบสีแต่ละแถบ

ผลการวัดสัญญาณที่ขาต่าง ๆ ของไอซี LM1886N

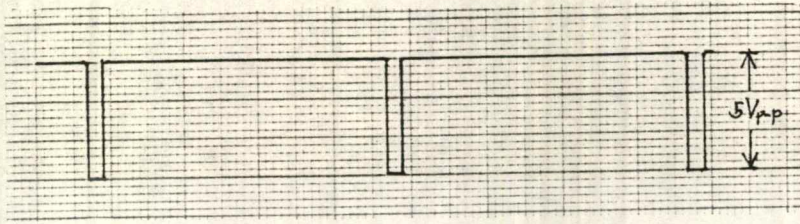
1. วัดสัญญาณที่ขา 9 BLANK INPUT



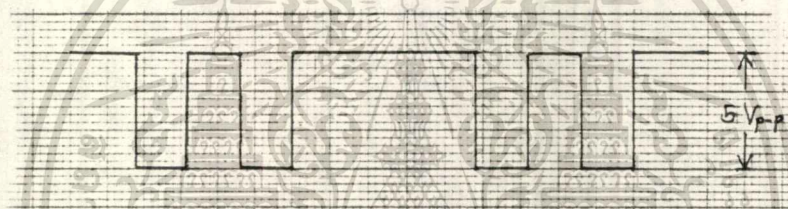
2. วัดสัญญาณที่ขา 8 SYNC GATE



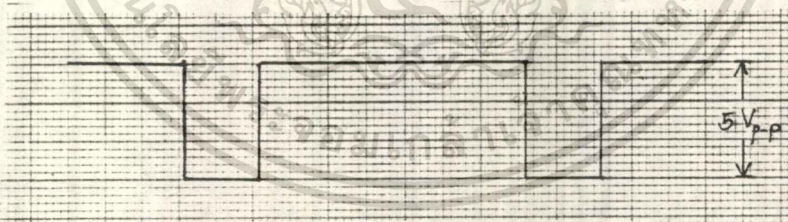
3. วัดสัญญาณที่ขา 1 BURST GATE



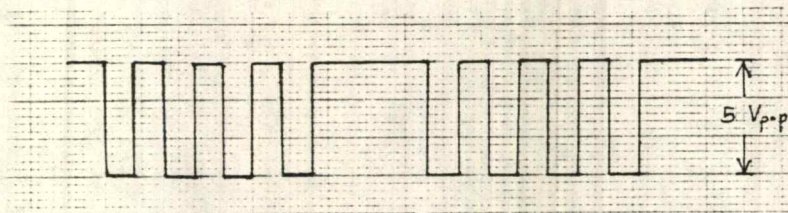
4. วัดสัญญาณที่ขา 11,12,13 RED INPUT



5. วัดสัญญาณที่ขา 14,15,16 GREEN INPUT

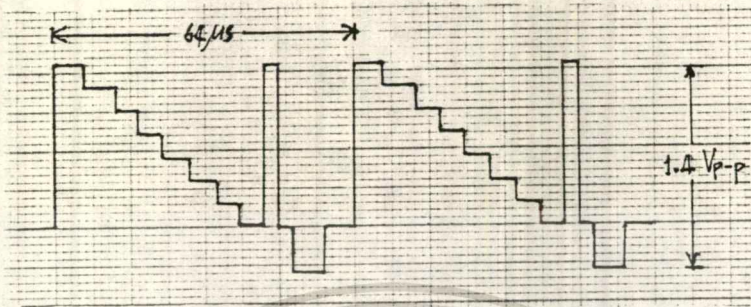


6. วัดสัญญาณที่ขา 17,18,19 BLUE INPUT

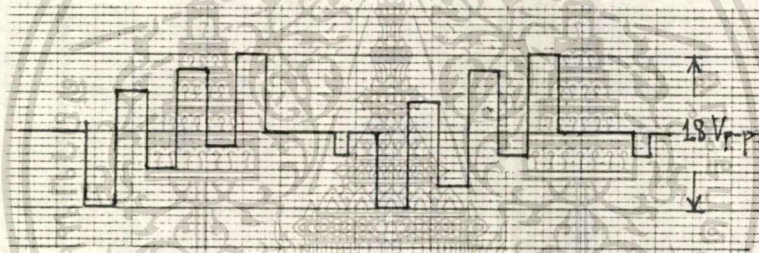


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

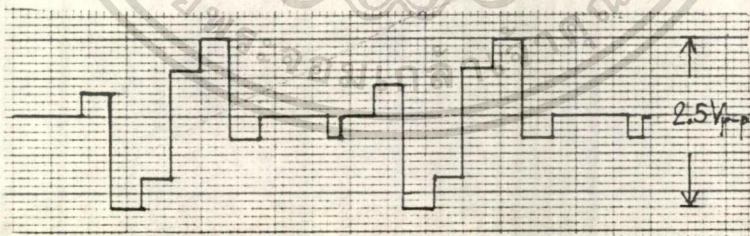
7. วัดสัญญาณที่ขา 6 Y OUTPUT



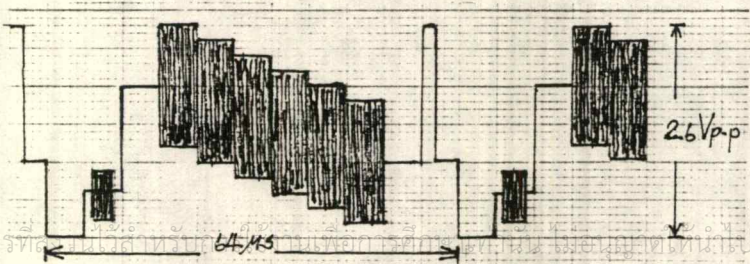
8. วัดสัญญาณที่ขา 4 B-Y OUTPUT



9. วัดสัญญาณที่ขา 3 R-Y OUTPUT

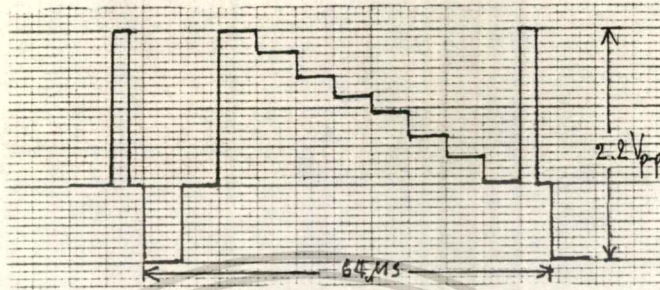


10. วัดสัญญาณ COLOR BAR 8 สี

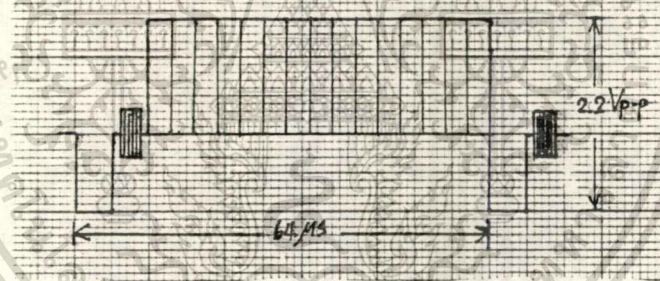


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่คิดเป็นค่าสำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

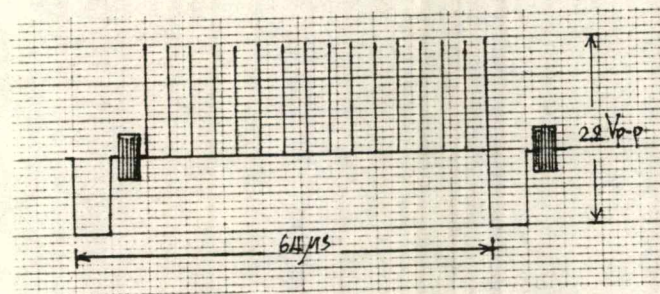
11. วัดสัญญาณ GREYSCALE



12. วัดสัญญาณ CROSSHATCH

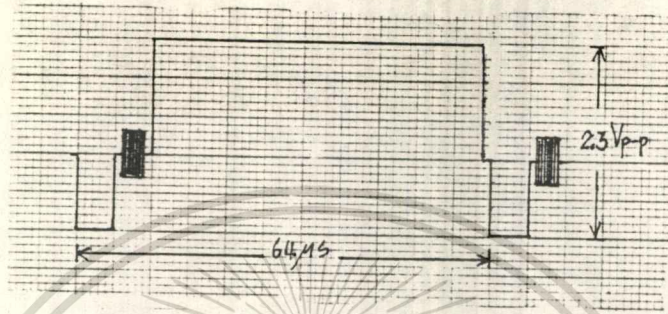


13. วัดสัญญาณ VERTICAL LINES

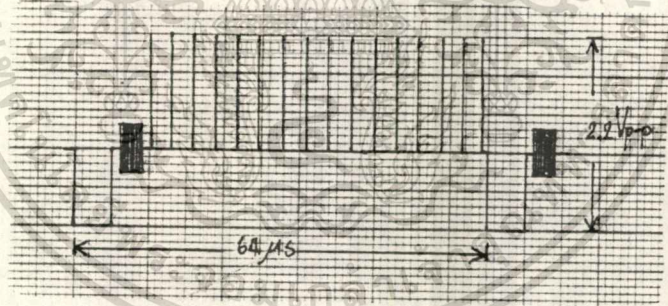


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

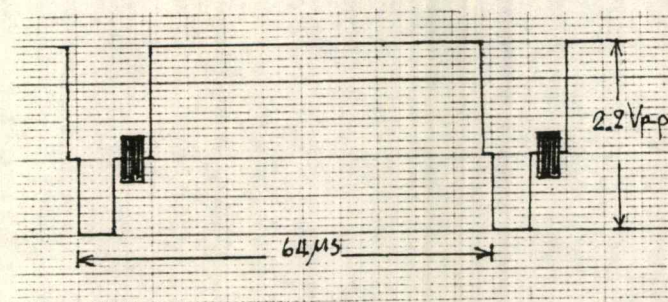
14. วัดสัญญาณ HORIZONTAL LINES



15. วัดสัญญาณ DOT

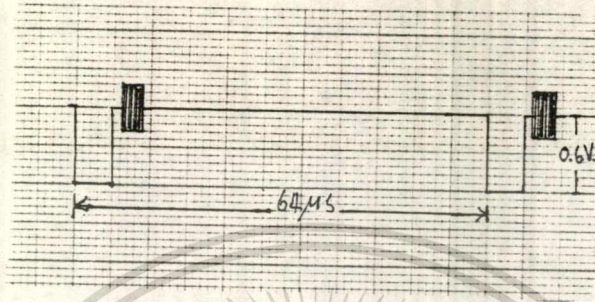


16. วัดสัญญาณ WHITE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. วัตถุประสงค์ BLACK



6.3 สรุปผลการทดลอง

เครื่องกำเนิดสัญญาณทดสอบ โทรทัศน์สีเซลล์แพดเทอร์เนจเนอเรเตอร์สามารถเลือกสัญญาณได้ ๘ แบบตามต้องการ โดยการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมการเลือกรูปแบบที่ต้องการจากเมนูเซลล์แพดเทอร์เนจเนอเรเตอร์ที่เขียนด้วยโปรแกรมภาษาซีได้

บทที่ 7

บทสรุปผลและแนวทางพัฒนาต่อ

7.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในการทำโครงการครั้งนี้ได้แนวความคิดจากการศึกษาทฤษฎีการเกิดสัญญาณภาพที่เกิดจากสัญญาณแสงสีแดง สัญญาณแสงสีน้ำเงินและสัญญาณแสงสีเขียว (R G และB) ดังนั้นจึงทำการสร้างวงจรตีโค๊ดเคอร์สัญญาณภาพเพื่อแยกสัญญาณแสงสีแดง สัญญาณแสงสีน้ำเงินและสัญญาณแสงสีเขียวออกจากสัญญาณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นได้จริงว่าสัญญาณภาพเกิดจากการผสมสัญญาณแม่สีหลักของแสงทั้งสามสีรวมกันได้ โดยการนำสัญญาณที่ได้ป้อนเข้ากับการคทาการ (targa) ซึ่งเป็นการ์ดที่ใช้เพื่อการประมวลผลสัญญาณภาพรวมและสัญญาณแสงสีทั้งสามให้กลับมาเป็นสัญญาณภาพตามเดิม โดยการ์ดนี้เมื่อรับอินพุต สัญญาณแสงสีแดง สัญญาณแสงสีน้ำเงินและสัญญาณแสงสีเขียวให้แสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งจากการทดสอบได้ภาพที่ชัดเจนพอสมควร

ทางด้านวิศวกรรมโทรทัศนนั้นเป็นการสื่อสารทั้งภาพและเสียง ซึ่งมีความสำคัญอย่างหนึ่งในการที่จะส่งสัญญาณโทรทัศนออกไปนั้นจะต้องประกอบไปด้วยสัญญาณภาพ สัญญาณซิงค์และสัญญาณอื่น ๆ อีก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศนก่อนจะถ่ายทอดรายการต่าง ๆ นั้นจะมีการส่งสัญญาณภาพทดสอบด้วย ซึ่งจะมีสัญญาณรูปแถบสีแปดแถบ (color bar) เป็นสัญญาณทดสอบอย่างหนึ่งในการส่งสัญญาณออกอากาศให้เครื่องรับโทรทัศนนำมาเป็นสัญญาณทดสอบเครื่องรับว่า รับสัญญาณได้ถูกต้องหรือเครื่องรับโทรทัศนว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ด้วย ดังนั้นจึงทำวงจรสร้างสัญญาณภาพทดสอบหรือคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอเรเตอร์ขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาแล้ว แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีส่วนเข้าไปในทุกวงการทั้งด้านการสื่อสาร ด้านการควบคุมและอื่น ๆ ดังนั้นจึงนำคอมพิวเตอร์มาทำการควบคุมการเลือกรูปแบบของสัญญาณภาพทดสอบโดยใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมเมนูคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอเรเตอร์ขึ้นมาซึ่งสามารถควบคุมการเลือกได้โดยการเลือกจากเมนูบนคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีภาพแสดงรูปแบบที่เลือกได้ด้วยซึ่งช่วยให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น

เครื่องกำเนิดสัญญาณทดสอบโทรทัศน์คัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์ สามารถให้สัญญาณทดสอบได้ 8 แบบ ตามความต้องการได้โดยสามารถใช้คอมพิวเตอร์ ในการควบคุมการเลือกรูปแบบที่ต้องการจากเมนูคัลเลอร์แพทเทอร์นเจนเนอร์เรเตอร์ที่ เขียนด้วยโปรแกรมภาษาซี

7.2 แนวทางการพัฒนาต่อ

เนื่องจากปริญญาพนธ์นี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลสัญญาณภาพ ทั้ง สองส่วนที่ได้ทำการทดลอง ในส่วนแรกเป็นการดีโค็ดสัญญาณภาพออกเป็นสัญญาณ แสงสีแดง สัญญาณแสงสีน้ำเงินและสัญญาณแสงสีเขียวได้ ดังนั้นในการพัฒนาต่อไป นั้น ก็สามารถที่จะประยุกต์ในการนำสัญญาณเหล่านี้ ไปใช้ในการประมวลผลภาพซึ่ง อาจเป็นการปรับแต่งภาพให้ดีขึ้น ละเอียดขึ้น หรือการนำสัญญาณไปทำการบีบอัด เพื่อ ที่จะส่ง ไปในสายสัญญาณหรือช่องทางสื่อสารอื่น ๆ ได้ ในส่วนที่สองเป็นการสร้าง เครื่องกำเนิดสัญญาณทดสอบโทรทัศน์สีซึ่งสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการ เลือกรูปแบบที่ต้องการได้ ดังนั้นในการพัฒนาต่อไปนั้นก็อาจเป็นการเพิ่มตัวเลือกที่ ต้องการให้มากขึ้น เพื่อความสะดวกในการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//program menu color pattern generator
```

```
#include<stdio.h>
#include<process.h>
#include<graphics.h>
#include<ctype.h>
#include"rgb1.cpp"
```

```
void colorbar();
void grayscale();
void vertical();
void horizontal();
void crosshatch();
void dot();
void black();
void white();
void quit();
```

```
int huge detectSVGA(void);
```

```
void main(void)
```

```
{
    int gdriver, gmode,errorcode;
    int a,i,j,x,y,mode;
    gdriver = installuserdriver("SVGA256", detectSVGA);
    gdriver = DETECT,gmode;
    initgraph(&gdriver, &gmode, "\\tc\\bgi");

    errorcode = graphresult();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (errorcode != grOk) /* an error occurred */
{
    printf("Graphics error: %s\n", grapherrormsg(errorcode));
    printf("Press any key to halt:");
    getch();
    exit(1); /* terminate with an error code */
}

for (i=0;i<16;i++)
{
    setrgbpalette(i,i,i); }

for(i=0;i<64;i++) {

    setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE
    bar(0,0,639,479);
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
    bar(40,20,530,50);
    settxtstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,8);
    setcolor(31);//WHITE
    outtextxy(20,20," MENU COLOR PATTERN GENERATOR ");

    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //1
    bar(10,90,200,60);
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
    bar(20,100,200,90);
    bar(200,70,210,100);

    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //2
    bar(10,100,200,130);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK;

bar(20,130,200,140);

bar(200,110,210,140);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //3

bar(10,140,280,170);

setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK

bar(20,170,280,180);

bar(280,150,290,180);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //4

bar(10,180,280,210);

setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK

bar(20,210,280,220);

bar(280,190,290,220);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //5

bar(10,220,280,250);

setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK

bar(20,250,280,260);

bar(280,230,290,260);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //6

bar(10,260,200,290);

setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK

bar(20,290,200,300);

bar(200,270,210,300);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bar(10,300,200,330);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,330,200,340);
bar(200,310,210,340);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA //8
bar(10,340,200,370);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,370,200,380);
bar(200,350,210,380);

setfillstyle(SOLID_FILL,36); //quit
bar(10,420,120,450);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);
bar(20,450,120,460);
bar(120,430,130,460);
setcolor(31);//WHITE);
line(299,99,621,99);
line(299,99,299,351);
line(621,99,621,351);
line(299,351,621,351);

setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK);
bar(300,100,620,349);
setcolor(31);//WHITE);
outtextxy(20,60,"1. COLOR BAR");
outtextxy(20,100,"2. GRAYSCALE");
outtextxy(20,140,"3. CROSSHATCH ");
outtextxy(20,180,"4. VERTICAL LINE");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

outtextxy(20,220,"5. HORIZONTAL LINE ");
outtextxy(20,260,"6. DOT");
outtextxy(20,300,"7. WHITE");
outtextxy(20,340,"8. BLACK");
outtextxy(20,380,"ENTER PATTERN TO USED : ");
outtextxy(20,420,"Q. QUIT");
outportb(0x378,0);
colorbar();

do
{
mode=toupper(getch());
switch(mode)
{
case '1' : x=1;
outportb(0x378,x);
colorbar();
break;

case '2' : x=2;
outportb(0x378,x);
grayscale();
break;

case '3' : x=4;
outportb(0x0378,x);
crosshatch();
break;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case '4' : x=6;
          outportb(0x378,x);
          vertical();
          break;
```

```
case '5' : x=8;
          outportb(0x378,x);
          horizontal();
          break;
```

```
case '6' : x=10;
          outportb(0x378,x);
          dot();
          break;
```

```
case '7' : x=12;
          outportb(0x378,x);
          white();
          break;
```

```
case '8' : x=14;
          outportb(0x378,x);
          black();
          break;
```

}

;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}while(mode!='Q');  
    quit();  
    outportb(0x378,0);  
    closegraph();  
}  
}
```

```
int huge detectSVGA(void)  
{  
    int driver, mode;  
    detectgraph(&driver,&mode);  
    return mode;  
}
```



```
//rgb1.cpp" file
```

```
#include<graphics.h>
```

```
#include<conio.h>
```

```
#include<dos.h>
```

```
#include<stdio.h>
```

```
void colorbar()
```

```
{  
    setcolor(31); //WHITE  
    outtextxy(400,380,"COLOR BAR");  
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA  
    bar(10,60,200,90);  
    setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE  
    bar(20,90,200,100);  
    bar(200,70,210,100);  
    setcolor(16);//BLACK  
    outtextxy(20,60,"1. COLOR BAR");  
    delay(200);  
  
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA  
    bar(10,60,200,90);  
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK  
    bar(20,90,200,100);  
    bar(200,70,210,100);  
    setcolor(31);//WHITE  
    outtextxy(20,60,"1. COLOR BAR");  
    printf("\a");  
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setfillstyle(SOLID_FILL,31);//WHITE
bar(300,100,340,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,44);//YELLOW
bar(340,100,380,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,52);//CYAN
bar(380,100,420,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,47);//GREEN
bar(420,100,460,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
bar(460,100,500,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,39);//RED
bar(500,100,540,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,32);//BLUE
bar(540,100,580,350);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(580,100,620,350);
getch();
setcolor(32);//LIGHTBLUE
outtextxy(400,380,"COLOR BAR");

```

```
void grayscale()
```

```

{
    setcolor(31);//WHITE
    outtextxy(400,380,"GRAYSCALE");
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
    bar(10,100,200,130);
    setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bar(20,130,200,140);
bar(200,110,210,140);
setcolor(16);//BLACK
outtextxy(20,100,"2. GRAYSCALE");
delay(200);
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//GREEN
bar(10,100,200,130);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,130,200,140);
bar(200,110,210,140);
setcolor(31);//WHITE
outtextxy(20,100,"2. GRAYSCALE");
printf("\a");

setfillstyle(SOLID_FILL,31);
bar(300,100, 340, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,28);
bar(340,100, 380, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,26);
bar(380,100, 420, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,24);
bar(420,100, 460, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,22);
bar(460,100, 500, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,20);
bar(500,100, 540, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,18);
bar(540,100, 580, 350);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bar(580,100, 620, 350);

getch();

setcolor(32);//LIGHTBLUE

outtextxy(400,380,"GRAYSCALE");

}

```

```

void vertical()

```

```

{

int xver;

setfillstyle(SOLID_FILL,16);
bar(300,100,620,350);
setcolor(31);//WHITE
outtextxy(400,380,"VERTICAL LINE");
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
bar(10,180,280,210);
setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE
bar(20,210,280,220);
bar(280,190,290,220);
setcolor(16);//BLACK
outtextxy(20,180,"4. VERTICAL LINE");

delay(200);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//GREEN
bar(10,180,280,210);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,210,280,220);
bar(280,190,290,220);
setcolor(31);//WHITE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
outtextxy(20,180,"4. VERTICAL LINE");
```

```
setcolor(31);//WHITE
```

```
for(xver=301;xver<=620;xver+=19){
```

```
line(xver,101,xver,349);}
```

```
printf("\a");
```

```
getch();
```

```
setcolor(32);//LIGHTBLUE
```

```
outtextxy(400,380,"VERTICAL LINE");
```

```
}
```

```
void horizontal()
```

```
{
```

```
int yhor;
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,16);
```

```
bar(300,100,620,350);
```

```
setcolor(31);
```

```
outtextxy(400,380,"HORIZONTAL LINE");
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
```

```
bar(10,220,280,250);
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE
```

```
bar(20,250,280,260);
```

```
bar(280,230,290,260);
```

```
setcolor(16);//BLACK
```

```
outtextxy(20,220,"5. HORIZONTAL LINE");
```

```
delay(200);
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//GREEN
```

```

bar(10,220,280,250);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,250,280,260);
bar(280,230,290,260);
setcolor(31);//WHITE
outtextxy(20,220,"5. HORIZONTAL LINE");

```

```

for(yhor=101;yhor<=349;yhor+=15){
    setcolor(31);//WHITE
    line(301,yhor,619,yhor);}
printf("\a");
getch();
setcolor(32);//LIGHTBLUE
outtextxy(400,380,"HORIZONTAL LINE");
}

```

```

void crosshatch()
{
    int xver,yhor;
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);
    bar(300,100,620,350);
    setcolor(31);//WHITE
    outtextxy(400,380,"CROSSHATCH");
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
    bar(10,140,280,170);
    setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE
    bar(20,170,280,180);

```

```

bar(280,150,290,180);
setcolor(16);//BLACK
outtextxy(20,140,"3. CROSSHATCH");
delay(200);
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//GREEN
bar(10,140,280,170);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,170,280,180);
bar(280,150,290,180);
setcolor(31);//WHITE
outtextxy(20,140,"3. CROSSHATCH");
for(xver=302;xver<=619;xver+=20)
{
    line(xver,101,xver,349);
}
for(yhor=101;yhor<=349;yhor+=15)
{
    setcolor(31);//WHITE
    line(302,yhor,619,yhor);}
printf("\a");
getch();
setcolor(32);//LIGHTBLUE
outtextxy(400,380,"CROSSHATCH");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void dot()
{
    int x,y;
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);
    bar(300,100,620,350);
    setcolor(31);//WHITE
    outtextxy(400,380,"DOT");
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
    bar(10,260,200,290);
    setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE
    bar(20,290,200,300);
    bar(200,270,210,300);
    setcolor(16);//BLACK
    outtextxy(20,260,"6. DOT");
    delay(200);

    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
    bar(10,260,200,290);
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
    bar(20,290,200,300);
    bar(200,270,210,300);
    setcolor(31);//WHITE
    outtextxy(20,260,"6. DOT");
    for(x=310;x<=610;x+=20)
    {
        for(y=110;y<=345;y+=1.5){
            putpixel(x,y,31); } //WHITE
            printf("\a");
            getch();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setcolor(32);//LIGHTBLUE
```

```
outtextxy(400,380,"DOT");
```

```
}
```

```
void white()
```

```
{
```

```
setcolor(31);//WHITE
```

```
outtextxy(400,380,"WHITE");
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
```

```
bar(10,300,200,330);
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE
```

```
bar(20,330,200,340);
```

```
bar(200,310,210,340);
```

```
setcolor(16);//BLACK
```

```
outtextxy(20,300,"7. WHITE");
```

```
delay(200);
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
```

```
bar(10,300,200,330);
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
```

```
bar(20,330,200,340);
```

```
bar(200,310,210,340);
```

```
setcolor(31);//WHITE
```

```
outtextxy(20,300,"7. WHITE");
```

```
setfillstyle(SOLID_FILL,31);//BLACK
```

```
bar(300,100,620,350);
```

```
printf("a");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
getch();  
setcolor(32);//LIGHTBLUE  
outtextxy(400,380,"WHITE");  
  
}
```

```
void black()
```

```
{  
  
    setcolor(31);//WHITE;  
    outtextxy(400,380,"BLACK");  
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA  
    bar(10,340,200,370);  
    setfillstyle(SOLID_FILL,32);//LIGHTBLUE;  
    bar(20,370,200,380);  
    bar(200,350,210,380);  
  
    setcolor(16);//BLACK;  
    outtextxy(20,340,"8. BLACK");  
    delay(200);  
  
    setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA  
    bar(10,340,200,370);  
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK  
    bar(20,370,200,380);  
    bar(200,350,210,380);  
    setcolor(31);//WHITE  
    outtextxy(20,340,"8. BLACK");  
    setfillstyle(SOLID_FILL,16);//WHITE
```

```

bar(300,100,620,350);

printf("\a");

getch();

setcolor(32);//LIGHTBLUE

outtextxy(400,380,"BLACK");

}

```

```

void quit()

```

```

{

setfillstyle(SOLID_FILL,36); //quit
bar(10,420,120,450);
setfillstyle(SOLID_FILL,32);//BLUE
bar(20,450,120,460);
bar(120,430,130,460);
setcolor(16);
outtextxy(20,420,"Q. QUIT");
delay(200);

setfillstyle(SOLID_FILL,36);//MAGENTA
bar(10,420,100,450);
setfillstyle(SOLID_FILL,16);//BLACK
bar(20,450,120,460);
bar(120,430,130,460);
setcolor(31);//WHITE
outtextxy(20,420,"Q. QUIT");
printf("\a");
}

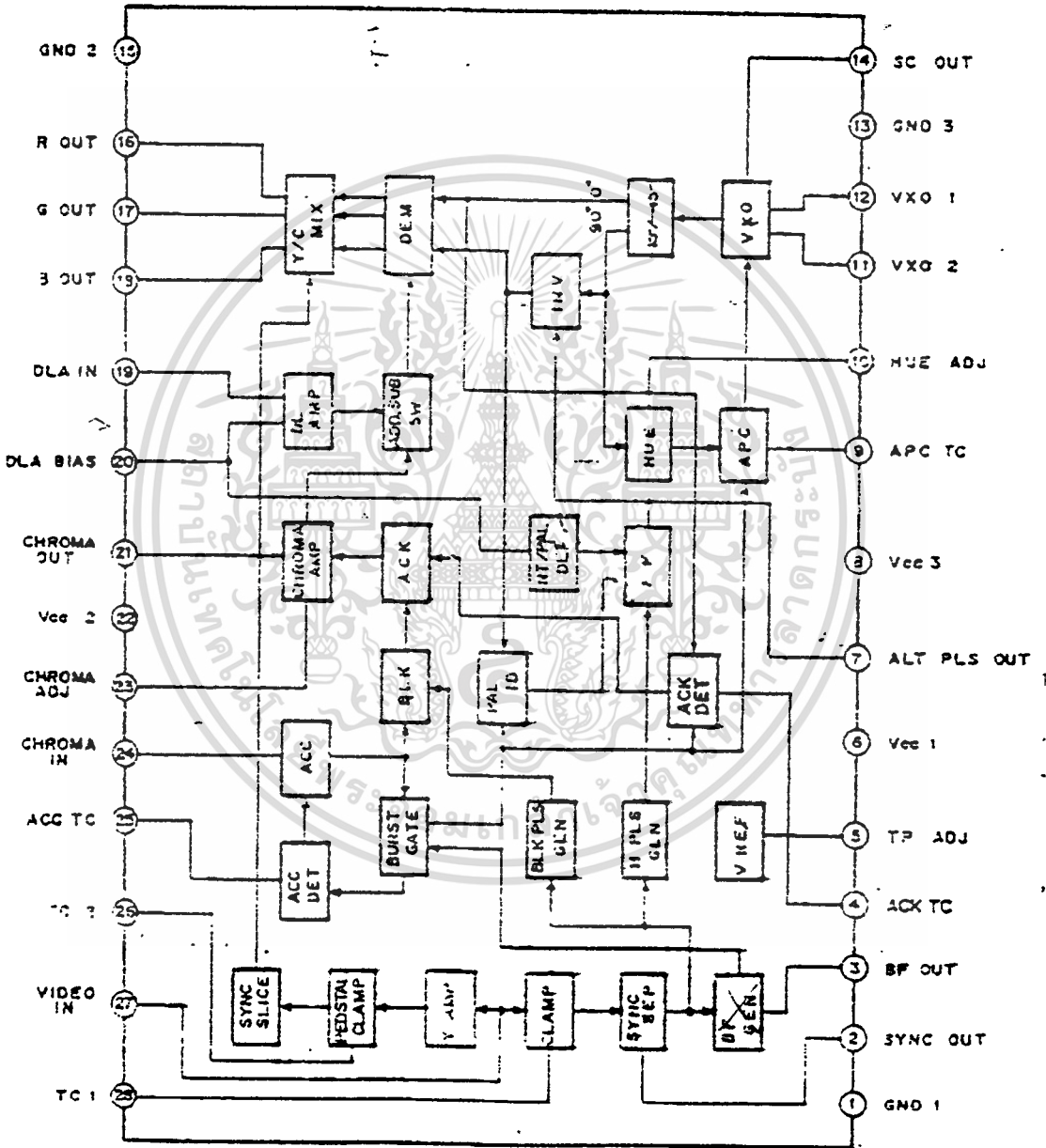
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



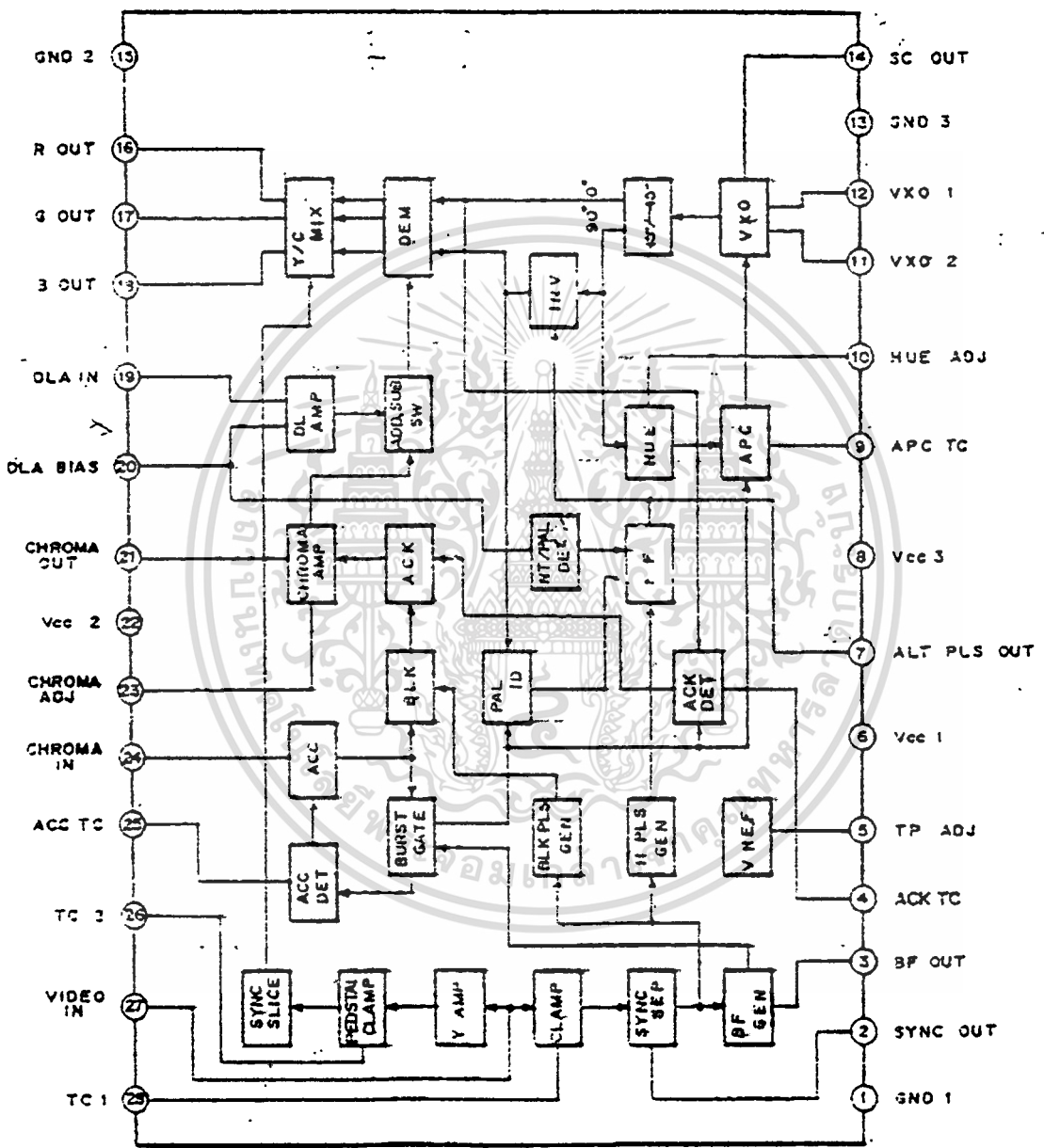
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ブロック図および端子配列図



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ブロック図および端子配列図



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM1886 TV Video Matrix D to A

General Description

The LM1886 is a TV video matrix D to A converter which encodes luminance and color difference signals from 3-bit red, green and blue inputs. The luminance output is encoded from the NTSC equation $Y = 0.29R + 0.59G + 0.11B$ and the R-Y and B-Y outputs are weighted to prevent over-modulation. A built-in R-Y and burst gate polarity switch allow European PAL compatible signals to be encoded. All output levels including an RF O Camer Bias Voltage have been referenced to 5V for direct connection to the LM1889 TV video modulator. When used in combination with the LM1889 and a suitable sync generator, 3-bit, R, G and B information may be encoded to both composite video and RF channel carrier.

Features

- Complete digital to RF coding with LM1889
- 1-pin PAL/NTSC mode select
- True NTSC matrix
- 8 levels of grey scale
- Allows wide range of colorimetry
- Low power TTL inputs
- Wideband luminance output
- Weighted R-Y, B-Y outputs

Connection Diagram

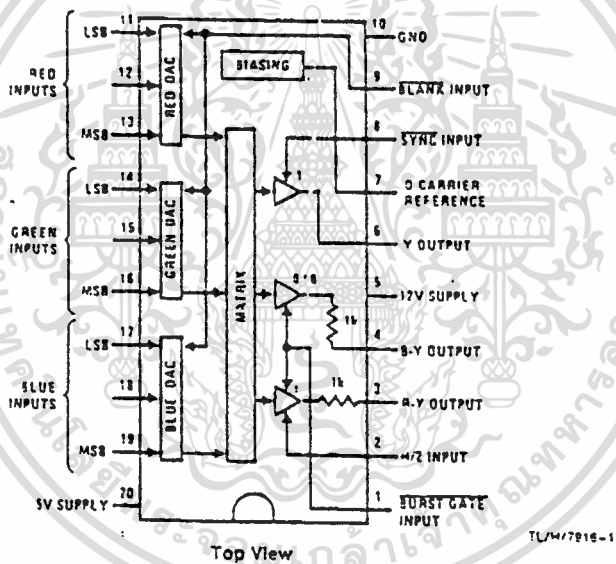


FIGURE 1

Order Number LM1886N
See NS Package Number N20A

Test Circuits

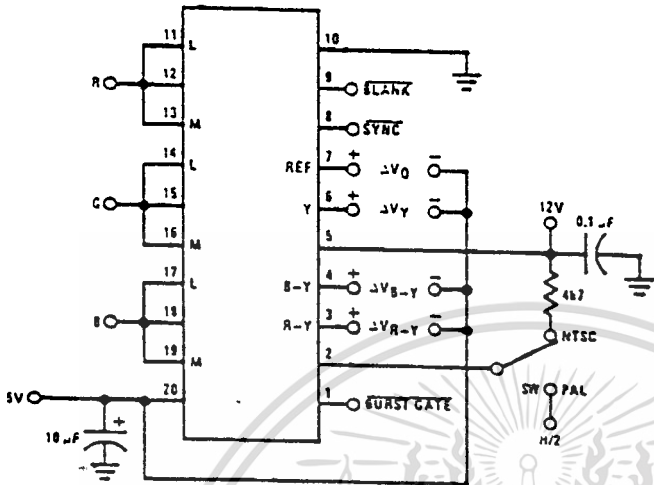


FIGURE 2a. 6-Color Input Connection

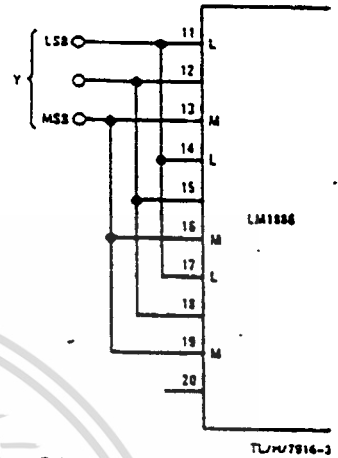


FIGURE 2b. 8-Level Grey Scale Input Connection

Application Notes (Refer to Figure 3)

SYNC, BLANK, and BURST GATE may be obtained from a sync generator IC. For PAL operation, the H/2 square wave may be obtained by a +2 from horizontal sync.

All inputs are low-power TTL compatible. Because of the very low typical input currents, the color inputs may be paralleled in various combinations. For simple color requirements, the Figure 2a input connection may be used to produce the 6 primary and complementary colors listed in Table I, along with black and white. To add complex colors such as those at the bottom of Table I, all 9 input bits may be required separately. When choosing input codes for other colors, always check the new color against both light and dark backgrounds.

All outputs are referenced to the +5V supply for direct connection to the LM1889. The resistor on the luminance output pin 6 is used to sum the chroma subcarrier from the LM1889 and must be wired as tightly as possible to preserve the video bandwidth. For the addition of sound or a second RF channel, refer to the LM1889 data sheet.

TABLE I. Input Code Examples for Common Colors

Color	Input Code						
	Red		Green		Blue		
	M	L	M	L	M	L	
Black	0	0	0	0	0	0	
Dark Grey	0	1	0	0	1	0	
Light Grey	1	0	1	1	0	1	
White	1	1	1	1	1	1	
Primary	Red	1	1	1	0	0	0
	Green	0	0	0	1	1	1
	Blue	0	0	0	0	0	1
Complementary	Cyan	0	0	0	1	1	1
	Magenta	1	1	1	0	0	0
	Yellow	1	1	1	1	1	0
Brown	0	1	1	0	1	1	
Orange	1	1	1	1	0	0	
Flesh Tone	1	1	1	1	1	0	
Pink	1	1	1	1	1	0	
Sky Blue	1	0	1	1	0	1	

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	15V
Pin 5	5V
Pin 20	5V
Input Voltage (Pins 1, 8, 9, 11-19)	-0.5V, +12V

Pin 2 Voltage Relative to Pin 20	0.8V
Output Current	5 mA
Power Dissipation, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Note 1)	1900 mW
Storage Temperature Range	-55°C to $+150^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	0°C to $+70^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	260°

Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$. (Figure 2, Note 2)

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
5V Supply Current (Pin 20)	BLANK = 0.8V	7	11	16	mA
12V Supply Current (Pin 5)	BLANK = 0.8V	9	13	17	mA
Logic "1" Input Current (Pins 1, 2, 8, 9, 11-19)	Input Voltage = 5.0V		0	10	μA
Logic "0" Input Current (Pins 1, 2, 8, 9, 11-19)	Input Voltage = 0.3V		-0.01	-0.18	mA
Output Offsets ΔV_Y ΔV_{R-Y} ΔV_{G-Y}	R, G, B = 0.8V		0	± 50	mV
R-Y Full Scale, $(\Delta V_{R-Y})_{FS}$	R = 2V; G, B = 0.8V	1.0	1.23	1.4	V
B-Y Full Scale, $(\Delta V_{G-Y})_{FS}$	B = 2V; R, G = 0.8V	0.7	0.87	1.0	V
Green Full Scale ΔV_{R-Y} ΔV_{G-Y}	G = 2V; R, B = 0.8V	-0.85 -0.45	-1.03 -0.58	-1.2 -0.7	V
Y Full Scale $(\Delta V_Y)_{FS}$ ΔV_{R-Y} ΔV_{G-Y}	R, G, B = 2V	1.6	1.75	1.9	V
O Carrier Reference, ΔV_O		2.0	2.2	2.5	V
Blanking Level, ΔV_Y	BLANK = 0.8V		0	± 50	mV
Sync Level, ΔV_Y	BLANK, SYNC = 0.8V	-0.67	-0.77	-0.87	V
NTSC Burst, ΔV_{G-Y}	BLANK, BURST GATE = 0.8V	-0.26	-0.35	-0.46	V
PAL Burst ΔV_{R-Y} ΔV_{G-Y}	SW in PAL Position; BLANK, BURST GATE, H/2 = 0.8V	-0.2 -0.2	-0.25 -0.25	-0.32 -0.32	V
PAL Inversion Ratio $(\Delta V_{R-Y})_{PAL}/(\Delta V_{R-Y})_{FS}$	R = 2V; G, B, H/2 = 0.8V SW to PAL Position	-0.9	-1.0	-1.1	
Y Linearity Error	Figure 2b Input Connection		± 1	± 6	%FS
Y Switching Times Rise Time, t_R Fall Time, t_F Settling Time ± 1 LSB	15 kHz Square Wave Switching R, G, B in Parallel		35 30 50		ns ns ns

Note 1: Above $T_A = 25^\circ\text{C}$, derate based on $T_{J(MAX)} = 150^\circ\text{C}$ and $\theta_{JA} = 65^\circ\text{C/W}$

Note 2: Unless otherwise noted, BLANK, SYNC, BURST GATE = 2V and SW is in NTSC position. All outputs are referenced to the +5V supply as shown in Figure 2A.

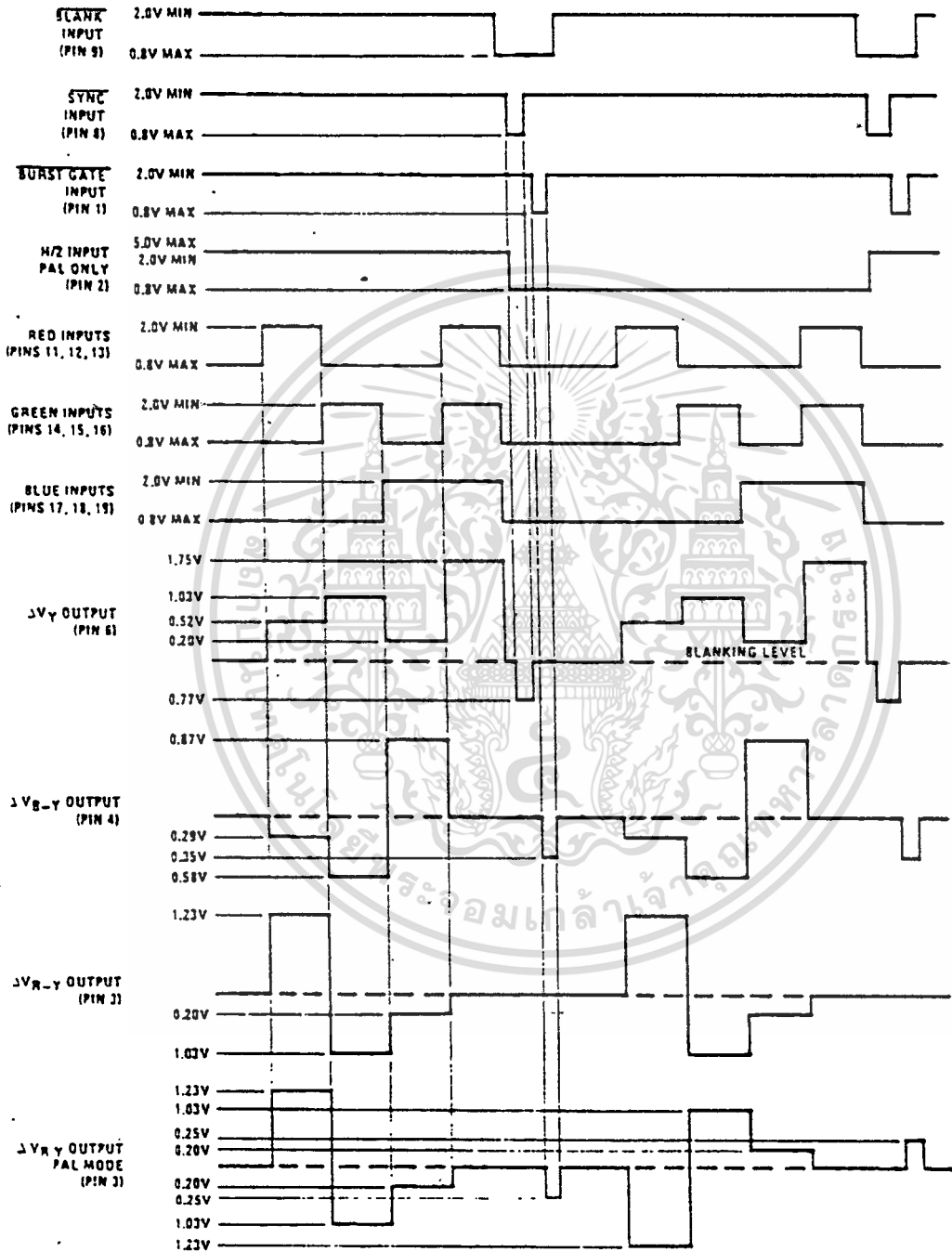
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design Characteristics (AC Test Circuit, V = 15V)

Parameter	Typ	Units	Parameter	Typ	Units
Oscillator Supply Dependence			RF Modulator		
Chroma, $f_o = 3.579545$ MHz	3	Hz/V	Conversion Gain, $f = 61.25$ MHz;		
Sound Carrier, RF	See Curves		$V_{OUT}/(V13-V12)$	10	mVrms/V
Oscillator Temperature Dependence (IC Only)			3.58 MHz Differential Gain	5	%
Chroma	0.05	ppm/°C	Differential Phase	3	degrees
Sound Carrier	-15	ppm/°C	2.5 Vp-p Video, 87.5% mod.		
RF	-50	ppm/°C	Output Harmonics below Carrier		
Chroma Oscillator Output, Pin 17			2nd, 3rd	-12	dB
$t_{RISE}, 10-90\%$	20	ns	4th and above	-20	dB
$t_{FALL}, 90-10\%$	30	ns	Input Impedances		
Duty Cycle (+) Half Cycle	51	%	Chroma Modulator, Pins 2, 4	500k//2 pF	
(-) Half Cycle	49	%	RF Modulator, Pin 12	1M//2 pF	
RF Oscillator Maximum Operating Frequency	100	MHz	Pin 13	250k//3.5 pF	
(Temperature Stability Degraded)					
Chroma Modulator ($f = 3.58$ MHz)					
B-Y Conversion Gain $V13/(V4-V3)$	0.6	Vp-p/V			
R-Y Conversion Gain $V13/(V2-V3)$	0.6	Vp-p/V			
Gain Balance	± 0.5	dB			
Bandwidth	See Curve				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Input and Output Waveforms



TL/M/7916-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Application

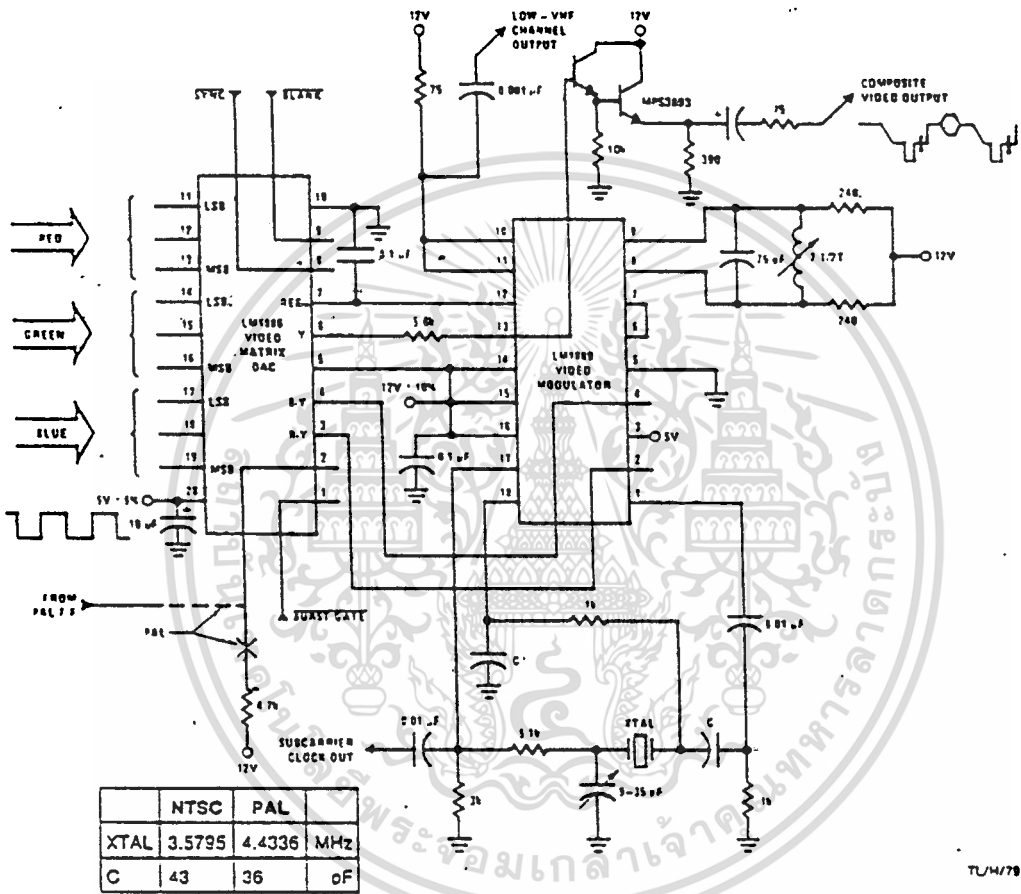


FIGURE 3

TL/M/7816-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM1889 TV Video Modulator

General Description

The LM1889 is designed to interface audio, color difference, and luminance signals to the antenna terminals of a TV receiver. It consists of a sound subcarrier oscillator, chroma subcarrier oscillator, quadrature chroma modulators, and RF oscillators and modulators for two low-VHF channels.

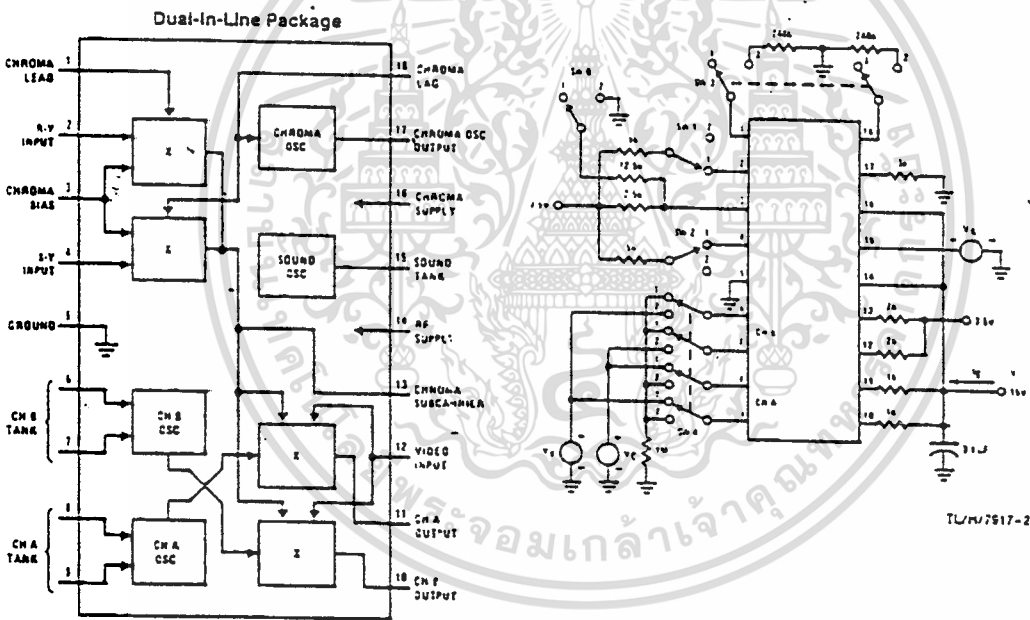
The LM1889 allows video information from VTR's, games, test equipment, or similar sources to be displayed on black and white or color TV receivers. When used with the MM57100 and MM531C4, a complete TV game is formed.

Features

- dc channel switching
- 12V to 18V supply operation
- Excellent oscillator stability
- Low intermodulation products
- 5 Vp-p chroma reference signal
- May be used to encode composite video

Block Diagram

DC Test Circuit



Order Number LM1889N
See NS Package Number N18A

TL 7917-1

TL 7917-2

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage V14, V16 max	19 V _{DC}
Power Dissipation Package (Note 1)	1800 mW
Operating Temperature Range	0°C to +70°C

Storage Temperature Range	-55°C to +150°C
Chroma Osc Current I ₁₇ max	10 mA _{DC}
(V16-V15) max	±5 V _{DC}
(V14-V10) max	7V
(V14-V11) max	7V
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	250°C

DC Electrical Characteristics (dc Test Circuit, All SW Normally Pos. 1, V_A = 15V, V_B = V_C = 12V)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
I _S	Supply Current		20	35	45	mA
ΔI ₁₅	Sound Oscillator Current Change	Change V _A from 12.5 to 17.5V	0.3	0.6	0.9	mA
V17	Chroma Oscillator Balance		9.5	11.0	12.5	V
V13	Chroma Modulator Balance		7.0	7.4	7.8	V
ΔV13	R-Y Modulator Output Level	SW 3, Pos. 2, Change SW 1 from Pos. 1 to Pos. 2	0.6	0.9	1.2	V
ΔV13	B-Y Modulator Output Level	SW 3, Pos. 2, Change SW 2 from Pos. 1 to Pos. 2	0.6	0.9	1.2	V
ΔV13/ΔV3	Chroma Modulator Conversion Ratio	SW 3, Pos. 2, Change SW 0 from Pos. 1 to Pos. 2 Divide ΔV13 by ΔV3	0.45	0.70	0.95	V/V
V8, V9	Ch. A Oscillator "OFF" Voltage	SW 4, Pos. 2		1.0	3.0	V
I ₉	Ch. A Oscillator Current Level	V _B = 12V, V _C = 13V	3.0	4.0	5.5	mA
V6, V7	Ch. B Oscillator "OFF" Voltage			1.0	3.0	V
I ₆	Ch. B Oscillator Current Level	SW 4, Pos. 2, V _B = 12V, V _C = 13V	3.0	4.0	5.5	mA
ΔV11/(V13-V12)	Ch. A Modulator Conversion Ratio	SW 1, SW2, SW 3, Pos. 2, Measure ΔV11(V10) by Changing from V _B = 12.5V, V _C = 11.5V to V _B = 11.5V, V _C = 12.5V and Divide by V13-V12	0.35	0.55	0.75	V/V
ΔV10/(V13-V12)	Ch. B Modulator Conversion Ratio	Divide as Above	0.35	0.55	0.75	V/V

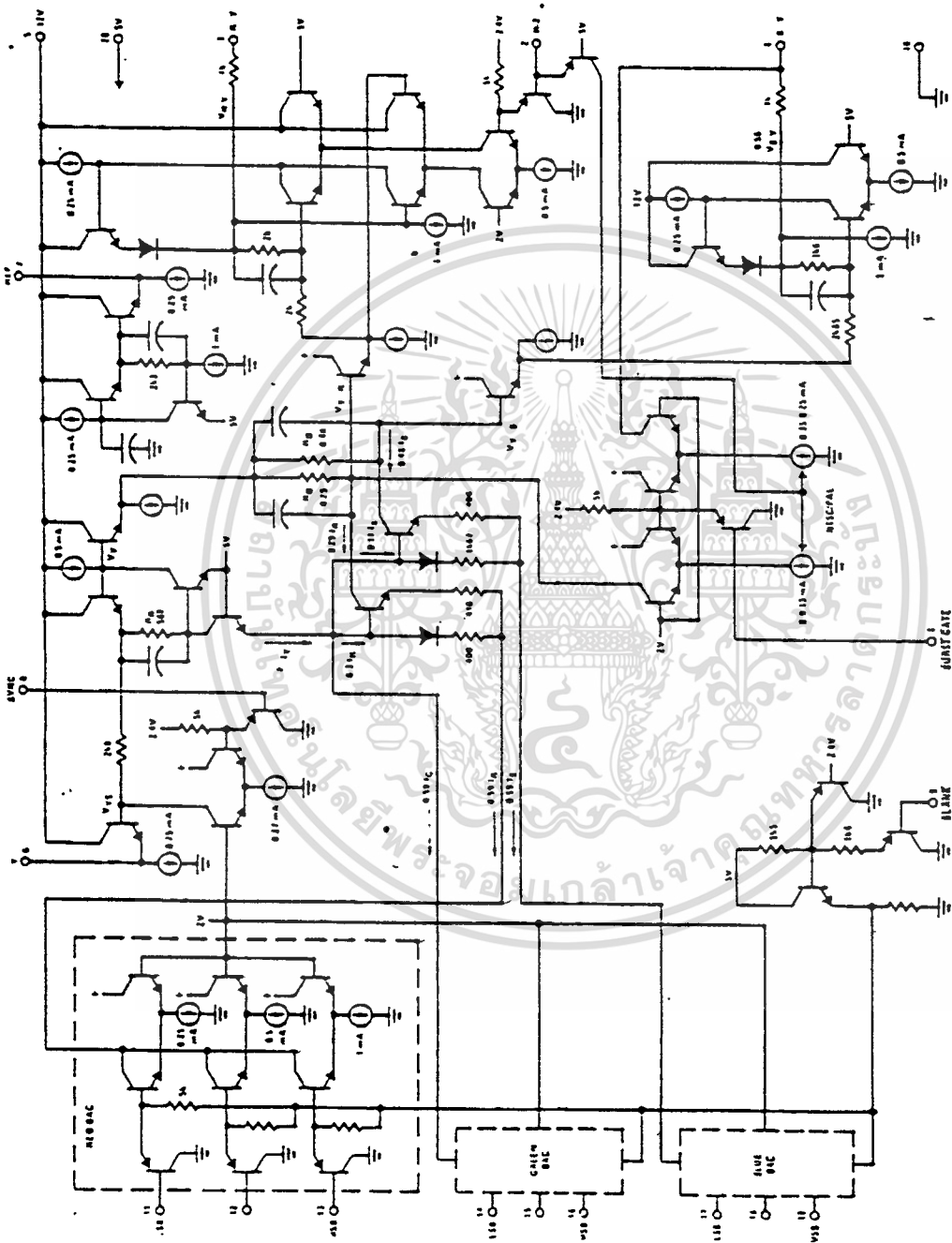
AC Electrical Characteristics (AC Test Circuit, V = 15V)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V17	Chroma Oscillator Output Level	C _{LOAD} ≤ 20 pF	4	5		V _{0-p}
V15	Sound Carrier Oscillator Level	Loaded by RC Coupling Network	2	3	4	V _{p-p}
V8, V9	Ch. 3 RF Oscillator Level	Ch. SW, Pos. 3, f = 61.25 MHz, Use FET Probe	200	350		mV _{p-p}
V6, V7	Ch. 4 RF Oscillator Level	Ch. SW, Pos. 4, f = 67.25 MHz, Use FET Probe	200	350		mV ₀₋₀

Note 1: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150° maximum junction temperature and a thermal resistance of 70°C/C/W junction to ambient.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Equivalent Schematic



IL11/7918-6

FIGURE 4. LM1096 Equivalent Schematic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

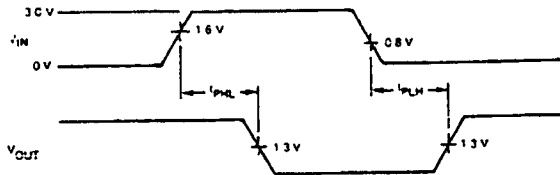
SN54/74LS13 • SN54/74LS14

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage	1.5		2.0	V	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage	0.6		1.1	V	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$
$V_{T+} - V_{T-}$	Hysteresis	0.4	0.8		V	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN. } I_{IN} = -18\text{ mA}$
V_{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.4	V	$V_{CC} = \text{MIN. } I_{OH} = -400\text{ }\mu\text{A. } V_{IN} = V_{IL}$
		74	2.7	3.4		
V_{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	$V_{CC} = \text{MIN. } I_{OL} = 4.0\text{ mA. } V_{IN} = 2.0\text{ V}$
		74	0.35	0.5	V	$V_{CC} = \text{MIN. } I_{OL} = 8.0\text{ mA. } V_{IN} = 2.0\text{ V}$
I_{T+}	Input Current at Positive-Going Threshold		-0.14		mA	$V_{CC} = 5.0\text{ V. } V_{IN} = V_{T+}$
I_{T-}	Input Current at Negative-Going Threshold		-0.18		mA	$V_{CC} = 5.0\text{ V. } V_{IN} = V_{T-}$
I_{IH}	Input HIGH Current		1.0	20	μA	$V_{CC} = \text{MAX. } V_{IN} = 2.7\text{ V}$
				0.1	mA	$V_{CC} = \text{MAX. } V_{IN} = 7.0\text{ V}$
I_{IL}	Input LOW Current			-0.4	mA	$V_{CC} = \text{MAX. } V_{IN} = 0.4\text{ V}$
I_{OS}	Short Circuit Current	-20		-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX. } V_{OUT} = 0\text{ V}$
I_{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH	LS13	2.9	6.0	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
		LS14	8.6	16		
	Total, Output LOW	LS13	4.1	7.0		
		LS14	12	21		

AC CHARACTERISTICS: $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	PARAMETER	MAX		UNITS	TEST CONDITIONS
		LS13	LS14		
t_{PLH}	Propagation Delay, Input to Output	22	22	ns	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$ $C_L = 15\text{ pF}$
t_{PHL}	Propagation Delay, Input to Output	27	22	ns	



SN54/74LS13 • SN54/74LS14

V_{IN} VERSUS V_{OUT}
TRANSFER FUNCTION

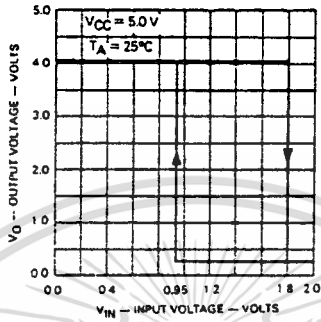


Fig. 1

THRESHOLD VOLTAGE AND HYSTERESIS
VERSUS
POWER SUPPLY VOLTAGE

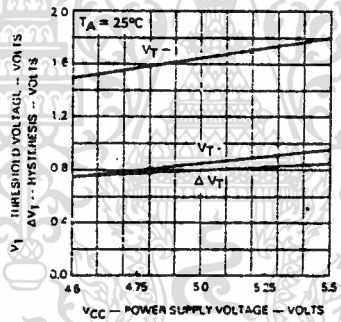


Fig. 2

THRESHOLD VOLTAGE HYSTERESIS
VERSUS
TEMPERATURE

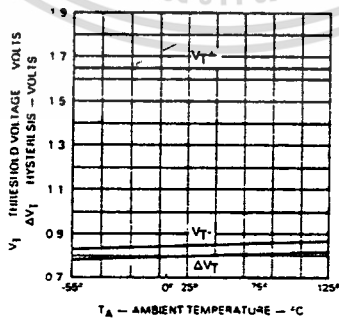


Fig. 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DESCRIPTION — The LSTTL/MSI SN54LS/74LS42 is a Multipurpose Decoder designed to accept four BCD inputs and provide ten mutually exclusive outputs. The LS42 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

- MULTI-FUNCTION CAPABILITY
- MUTUALLY EXCLUSIVE OUTPUTS
- DEMULTIPLEXING CAPABILITY
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

PIN NAMES

$A_0 - A_3$ Address Inputs
 0 to 9 Outputs, Active LOW (Note b)

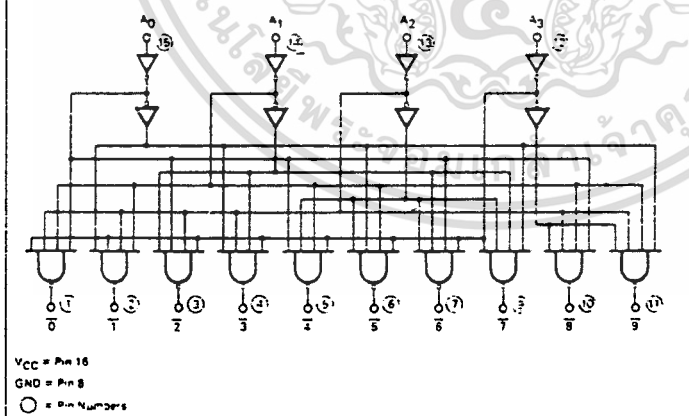
LOADING (Note a)

	HIGH	LOW
Address Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
Outputs, Active LOW (Note b)	10 U.L.	5(2.5) U.L.

NOTES:

- 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW.
- The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

LOGIC DIAGRAM

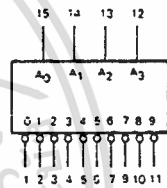


SN54/74LS42

ONE-OF-TEN DECODER

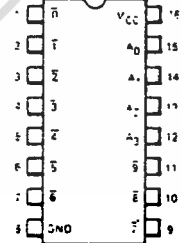
LOW POWER SCHOTTKY

LOGIC SYMBOL



V_{CC} = Pin 16
 GND = Pin 8

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



J Suffix — Case 620-09 (Ceramic)
 N Suffix — Case 648-08 (Plastic)

NOTE
 The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS42

FUNCTIONAL DESCRIPTION — The LS42 decoder accepts four active HIGH BCD inputs and provides ten mutually exclusive active LOW outputs, as shown by logic symbol or diagram. The active LOW outputs facilitate addressing other MSI units with LOW input enables.

The logic design of the LS42 ensures that all outputs are HIGH when binary codes greater than nine are applied to the inputs.

The most significant input A_3 produces a useful inhibit function when the LS42 is used as a one-of-eight decoder. The A_3 input can also be used as the Data input in an 8-output demultiplexer application.

TRUTH TABLE

A_0	A_1	A_2	A_3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNIT
VCC	Supply Voltage	54	4.5	5.0	V
		74	4.75	5.0	
TA	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	°C
		74	0	25	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74		-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54		4.0	mA
		74		8.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS42

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74		0.8		
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA, V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	I _{OL} = 8.0 mA, V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
I _{IL}	Input LOW Current			0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{IL}	Input LOW Current			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
I _{OS}	Short Circuit Current	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current			13	mA	V _{CC} = MAX

AC CHARACTERISTICS: T_A = 25°C

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay (2 Levels)		15	25	ns	Fig. 2, V _{CC} = 5.0 V
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay (3 Levels)		20	30	ns	Fig. 1, C _L = 15 pF

AC WAVEFORMS

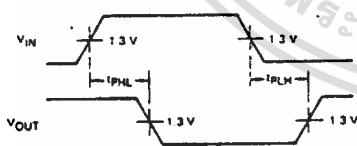


Fig. 1

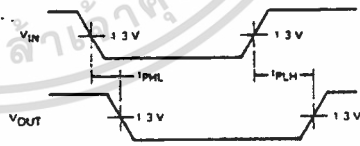


Fig. 2

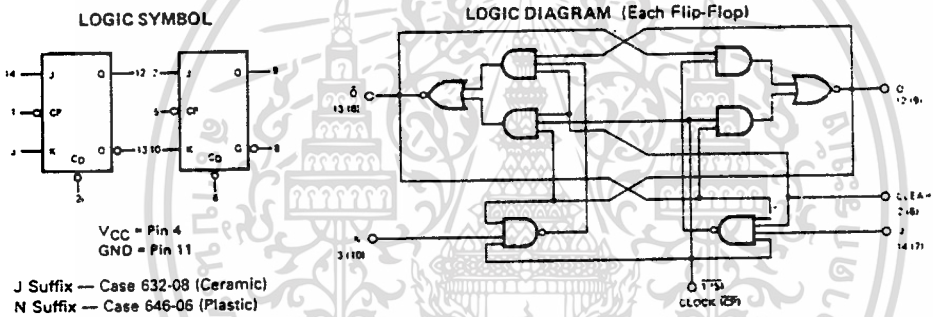
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SN54/74LS73A

DESCRIPTION — The SN54LS/74LS73A offers individual J, K, clear, and clock inputs. These dual flip-flops are designed so that when the clock goes HIGH, the inputs are enabled and data will be accepted. The logic level of the J and K inputs may be allowed to change when the clock pulse is HIGH and the bistable will perform according to the truth table as long as minimum set-up times are observed. Input data is transferred to the outputs on the negative-going edge of the clock pulse.

**DUAL JK NEGATIVE
EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOP**
LOW POWER SCHOTTKY



DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74		0.8		
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	
I _{IH}	Input HIGH Current	J, K Clear Clock		20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				60		
				80		
I _{IL}	Input LOW Current	J, K Clear Clock		0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
				0.3		
				0.4		
I _{IOS}	Short Circuit Current			-0.4 -0.8	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
I _{CC}	Power Supply Current		-20	-100	mA	V _{CC} = MAX
				6.0	mA	V _{CC} = MAX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS73A

MODE SELECT – TRUTH TABLE

OPERATING MODE	INPUTS			OUTPUTS	
	\bar{C}_D	J	K	Q	\bar{Q}
Reset (Clear)	L	X	X	L	H
Toggle	H	h	h	\bar{q}	q
Load "0" (Reset)	H	l	h	L	H
Load "1" (Set)	H	h	l	H	L
Hold	H	l	l	q	\bar{q}

H, h = HIGH Voltage Level
 L, l = LOW Voltage Level
 X = Don't Care
 l, h (q) = Lower case letters indicate the state of the referenced input (or output) one set-up time prior to the HIGH to LOW clock transition.

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

AC CHARACTERISTICS: T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
f _{MAX}	Maximum Clock Frequency	30	45		MHz	V _{CC} = 5.0 V C _L = 15 pF
t _{PLH}	Propagation Delay,		15	20	ns	
t _{PHL}	Clock to Output		15	20	ns	

AC SETUP REQUIREMENTS: T_A = 25°C

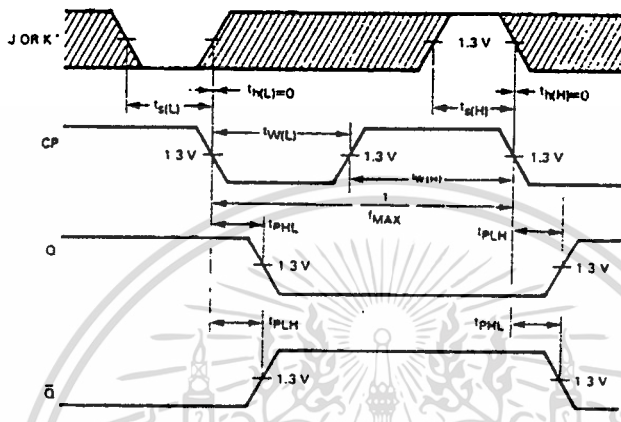
SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _w	Clock Pulse Width High	20			ns	V _{CC} = 5.0 V
t _w	Clear Pulse Width	25			ns	
t _s	Setup Time	20			ns	
t _h	Hold Time	0			ns	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN5474LS73A

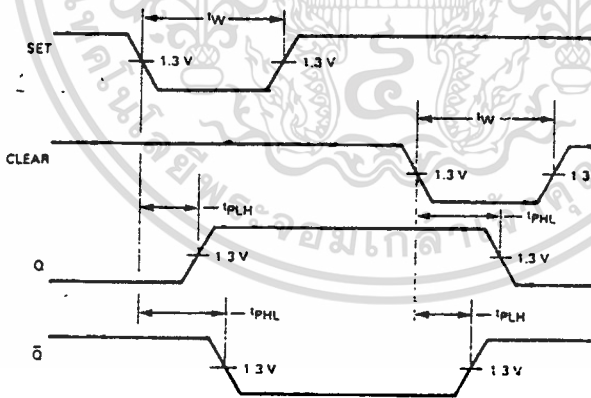
AC WAVEFORMS

Fig. 1 CLOCK TO OUTPUT DELAYS, DATA SET-UP AND HOLD TIMES, CLOCK PULSE WIDTH



*The shaded areas indicate when the input is permitted to change for predictable output performance.

Fig. 2 SET AND CLEAR TO OUTPUT DELAYS, SET AND CLEAR PULSE WIDTHS





SN54/74LS151

DESCRIPTION — The TTL/MSI SN54LS/74LS151 is a high speed 8-Input Digital Multiplexer. It provides, in one package, the ability to select one bit of data from up to eight sources. The LS151 can be used as a universal function generator to generate any logic function of four variables. Both assertion and negation outputs are provided.

- SCHOTTKY PROCESS FOR HIGH SPEED
- MULTIFUNCTION CAPABILITY
- ON-CHIP SELECT LOGIC DECODING
- FULLY BUFFERED COMPLEMENTARY OUTPUTS
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

8-INPUT MULTIPLEXER

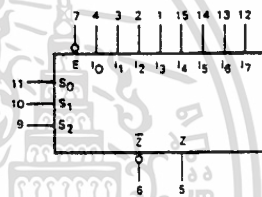
LOW POWER SCHOTTKY

PIN NAMES

$S_0 - S_2$	Select Inputs
\bar{E}	Enable (Active LOW) Input
$I_0 - I_7$	Multiplexer Inputs
Z	Multiplexer Output (Note b)
\bar{Z}	Complementary Multiplexer Output (Note b)

LOADING (Note a)	
HIGH	LOW
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
10 U.L.	5 (2.5) U.L.
10 U.L.	5 (2.5) U.L.

LOGIC SYMBOL

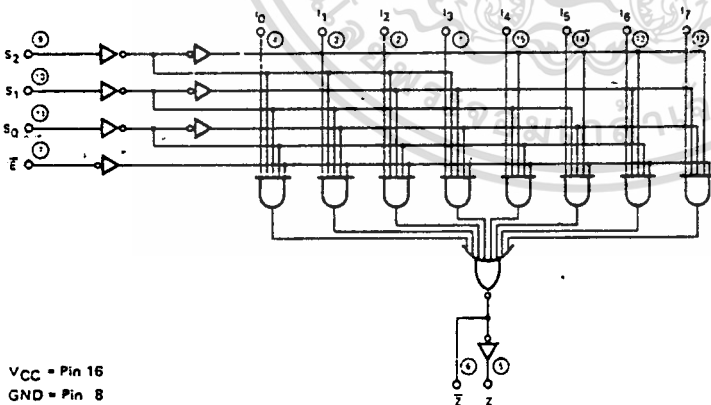


VCC = Pin 16
GND = Pin 8

NOTES:

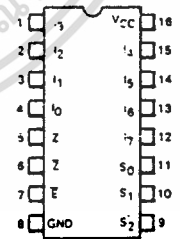
- 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW.
- The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

LOGIC DIAGRAM



VCC = Pin 16
GND = Pin 8
○ = Pin Numbers

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



J Suffix — Case 620-09
Ceramic
N Suffix — Case 648-08
(Plastic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN5474LS151

FUNCTIONAL DESCRIPTION — The LS151 is a logical implementation of a single pole, 8-position switch with the switch position controlled by the state of three Select inputs, S₀, S₁, S₂. Both assertion and negation outputs are provided. The Enable input (E) is active LOW. When it is not activated, the negation output is HIGH and the assertion output is LOW regardless of all other inputs. The logic function provided at the output is:

$$Z = \bar{E} \cdot (I_0 \cdot \bar{S}_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_2 + I_1 \cdot S_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_2 + I_2 \cdot \bar{S}_0 \cdot S_1 \cdot \bar{S}_2 + I_3 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot \bar{S}_2 + I_4 \cdot \bar{S}_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot S_2 + I_5 \cdot S_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot S_2 + I_6 \cdot \bar{S}_0 \cdot S_1 \cdot S_2 + I_7 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot S_2).$$

The LS151 provides the ability, in one package, to select from eight sources of data or control information. By proper manipulation of the inputs, the LS151 can provide any logic function of four variables and its negation.

TRUTH TABLE

E	S ₂	S ₁	S ₀	I ₀	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	Z	Z
H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	L	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	L	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	H	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	L	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	H	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	L	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	H	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	L	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	H	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	L	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L</	

SN5474LS151

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74		0.8		
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54,74	0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
I _{IL}	Input LOW Current			0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{OS}	Short Circuit Current			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
I _{CC}	Power Supply Current			-100	mA	V _{CC} = MAX
				10	mA	V _{CC} = MAX

AC CHARACTERISTICS: T_A = 25°C

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH}	Propagation Delay Select to Output Z		27	43	ns	V _{CC} = 5.0V C _L = 15 pF
t _{PHL}	Propagation Delay Select to Output Z		18	30		
t _{PLH}	Propagation Delay Select to Output Z		14	23	ns	
t _{PHL}	Propagation Delay Select to Output Z		20	32		
t _{PLH}	Propagation Delay Enable to Output Z		26	42	ns	
t _{PHL}	Propagation Delay Enable to Output Z		20	32		
t _{PLH}	Propagation Delay Enable to Output Z		15	24	ns	
t _{PHL}	Propagation Delay Enable to Output Z		18	30		
t _{PLH}	Propagation Delay Data to Output Z		20	32	ns	
t _{PHL}	Propagation Delay Data to Output Z		16	26		
t _{PLH}	Propagation Delay Data to Output Z		13	21	ns	
t _{PHL}	Propagation Delay Data to Output Z		12	20		

AC WAVEFORMS

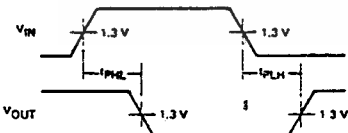


Fig. 1

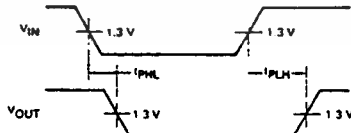


Fig. 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



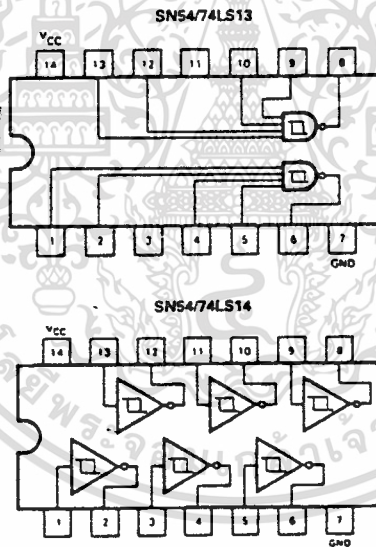
**SN54/74LS13
SN54/74LS14**

DESCRIPTION — The SN54LS/74LS13 and SN54LS/74LS14 contain logic gates/inverters which accept standard TTL input signals and provide standard TTL output levels. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter-free output signals. Additionally, they have greater noise margin than conventional inverters.

Each circuit contains a Schmitt trigger followed by a Darlington level shifter and a phase splitter driving a TTL totem pole output. The Schmitt trigger uses positive feedback to effectively speed-up slow input transitions, and provide different input threshold voltages for positive and negative-going transitions. This hysteresis between the positive-going and negative-going input thresholds (typically 800 mV) is determined internally by resistor ratios and is essentially insensitive to temperature and supply voltage variations.

**SCHMITT TRIGGERS
DUAL GATE/HEX INVERTER.
LOW POWER SCHOTTKY**

LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS



J Suffix — Case 632-08 (Ceramic)
N Suffix — Case 646-06 (Plastic)

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current \rightarrow High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current \leftarrow Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

SN54/74LS157

DESCRIPTION — The LSTTL/MSI SN54LS/74LS157 is a high speed Quad 2-Input Multiplexer. Four bits of data from two sources can be selected using the common Select and Enable inputs. The four buffered outputs present the selected data in the true (non-inverted) form. The LS157 can also be used to generate any four of the 16 different functions of two variables. The LS157 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

QUAD 2-INPUT MULTIPLEXER

LOW POWER SCHOTTKY

- SCHOTTKY PROCESS FOR HIGH SPEED
- MULTIFUNCTION CAPABILITY
- NON-INVERTING OUTPUTS
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

PIN NAMES

- S Common Select Input
- \bar{E} Enable (Active LOW) Input
- $I_{0a} - I_{0d}$ Data Inputs from Source 0
- $I_{1a} - I_{1d}$ Data Inputs from Source 1
- $Z_a - Z_d$ Multiplexer Outputs (Note b)

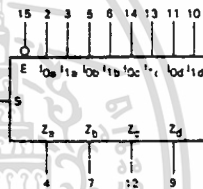
LOADING (Note a)

	HIGH	LOW
S	1.0 U.L.	0.5 U.L.
\bar{E}	1.0 U.L.	0.5 U.L.
$I_{0a} - I_{0d}$	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$I_{1a} - I_{1d}$	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$Z_a - Z_d$	10 U.L.	5 (2.5) U.L.

NOTES:

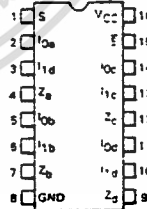
- a. 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW.
- b. The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

LOGIC SYMBOL



VCC = Pin 16
GND = Pin 8

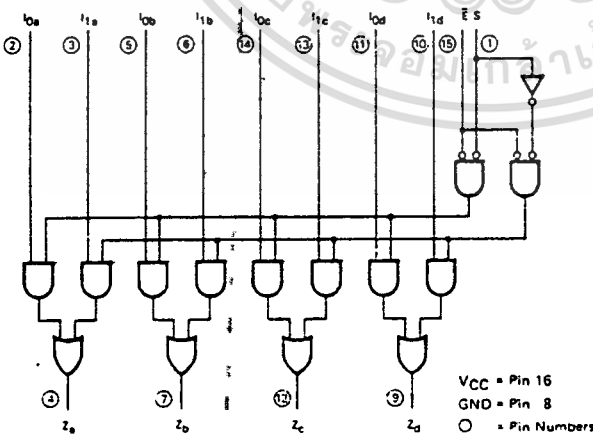
CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



J Suffix — Case 620-09
Ceramic
N Suffix — Case 648-08
(Plastic)

NOTE
The Flatpack version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual-In-Line Package

LOGIC DIAGRAM



VCC = Pin 16
GND = Pin 8
○ = Pin Numbers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS157

FUNCTIONAL DESCRIPTION — The LS157 is a Quad 2-Input Multiplexer fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed. It selects four bits of data from two sources under the control of a common Select Input (S). The Enable Input (\bar{E}) is active LOW. When \bar{E} is HIGH, all of the outputs (Z) are forced LOW regardless of all other inputs.

The LS157 is the logic implementation of a 4-pole, 2-position switch where the position of the switch is determined by the logic levels supplied to the Select Input. The logic equations for the outputs are shown below:

$$Z_a = \bar{E} \cdot (I_{1a} \cdot S + I_{0a} \cdot \bar{S}) \quad Z_b = \bar{E} \cdot (I_{1b} \cdot S + I_{0b} \cdot \bar{S})$$

$$Z_c = \bar{E} \cdot (I_{1c} \cdot S + I_{0c} \cdot \bar{S}) \quad Z_d = \bar{E} \cdot (I_{1d} \cdot S + I_{0d} \cdot \bar{S})$$

A common use of the LS157 is the moving of data from two groups of registers to four common output buses. The particular register from which the data comes is determined by the state of the Select Input. A less obvious use is as a function generator. The LS157 can generate any four of the 16 different functions of two variables with one variable common. This is useful for implementing highly irregular logic.

TRUTH TABLE

ENABLE	SELECT INPUT	INPUTS		OUTPUT
\bar{E}	S	I_0	I_1	Z
H	X	X	X	L
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H

H = HIGH Voltage Level
 L = LOW Voltage Level
 X = Don't Care

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNIT
VCC	Supply Voltage	54	4.5	5.0	V
		74	4.75	5.0	
TA	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	°C
		74	0	25	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74		-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54		4.0	mA
		74		8.0	

SN5474LS157

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V_{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74		0.8		
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}, I_{IN} = -18 \text{ mA}$
V_{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}, I_{OH} = \text{MAX}, V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
V_{OL}	Output LOW Voltage	54,74	0.25	0.4	V	$I_{OL} = 4.0 \text{ mA}$
		74	0.35	0.5	V	$I_{OL} = 8.0 \text{ mA}$ $V_{CC} = V_{CC} \text{ MIN}, V_{IN} = V_{IL} \text{ or } V_{IH}$ per Truth Table
I_{IH}	Input HIGH Current $I_{O,1}$ E,S			20 40	μA	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IN} = 2.7 \text{ V}$
				0.1 0.2	mA	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IN} = 7.0 \text{ V}$
I_{IL}	Input LOW Current $I_{O,1}$ E,S			-0.4 -0.8	mA	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IN} = 0.4 \text{ V}$
I_{OS}	Short Circuit Current		-20	-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
I_{CC}	Power Supply Current			16	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$

AC CHARACTERISTICS: $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Data to Output		9.0 9.0	14 14	ns	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$ $C_L = 15 \text{ pF}$
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Enable to Output		13 14	20 21	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Select to Output		15 18	23 27	ns	

AC WAVEFORMS

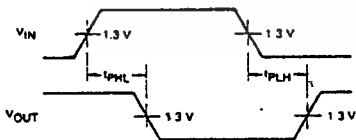


Fig. 1

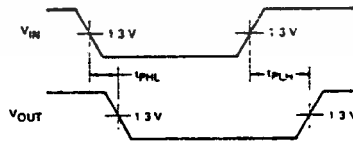


Fig. 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SN54/74LS158

DESCRIPTION — The LS TTL/MSI SN54LS/74LS158 is a high speed Quad 2-Input Multiplexer. It selects four bits of data from two sources using the common Select and Enable inputs. The four buffered outputs present the selected data in the inverted form. The LS158 can also generate any four of the 16 different functions of two variables. The LS158 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

QUAD 2-INPUT MULTIPLEXER

LOW POWER SCHOTTKY

- SCHOTTKY PROCESS FOR HIGH SPEED
- MULTIFUNCTION CAPABILITY
- INVERTED OUTPUTS
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

PIN NAMES

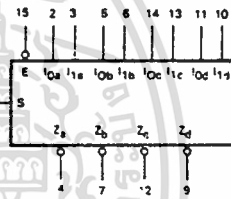
S	Common Select Input
\bar{E}	Enable (Active LOW) Input
$I_{0a} - I_{0d}$	Data Inputs from Source 0
$I_{1a} - I_{1d}$	Data Inputs from Source 1
$Z_a - Z_d$	Inverted Outputs (Note b)

LOADING (Note a)	
HIGH	LOW
1.0 U.L.	0.5 U.L.
1.0 U.L.	0.5 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
10 U.L.	5 (2.5) U.L.

NOTES:

- 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW.
- The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

LOGIC SYMBOL



VCC = Pin 16
GND = Pin 8

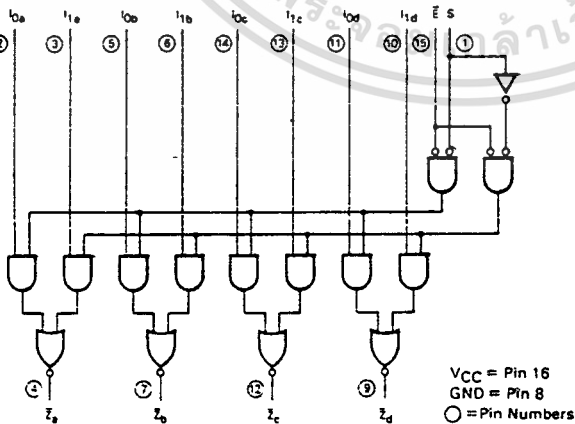
CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



J Suffix — Case 620-09 (Ceramic)
N Suffix — Case 648-08 (Plastic)

NOTE:
The Flatpack version has the same pinout (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

LOGIC DIAGRAM



VCC = Pin 16
GND = Pin 8
○ = Pin Numbers

SN54/74LS158

FUNCTIONAL DESCRIPTION — The LS158 is a Quad 2-Input Multiplexer fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed. It selects four bits of data from two sources under the control of a common Select Input (S) and presents the data in inverted form at the four outputs. The Enable Input (\bar{E}) is active LOW. When \bar{E} is HIGH, all of the outputs (\bar{Z}) are forced HIGH regardless of all other inputs.

The LS158 is the logic implementation of a 4-pole, 2-position switch where the position of the switch is determined by the logic levels supplied to the Select Input.

A common use of the LS158 is the moving of data from two groups of registers to four common output busses. The particular register from which the data comes is determined by the state of the Select Input. A less obvious use is as a function generator. The LS158 can generate four functions of two variables with one variable common. This is useful for implementing gating functions.

TRUTH TABLE

ENABLE	SELECT INPUT	INPUTS		OUTPUT
\bar{E}	S	I_0	I_1	\bar{Z}
H	X	X	X	H
L	L	L	X	H
L	L	H	X	L
L	H	X	L	H
L	H	X	H	L

H = HIGH Voltage Level

L = LOW Voltage Level

X = Don't Care

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
VCC	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
TA	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS158

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74		0.8		
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA, V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	I _{OL} = 8.0 mA
I _{IH}	Input HIGH Current I _{O, I1} E, S			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				40	μA	
I _{IL}	Input LOW Current I _{O, I1} E, S			0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
				0.2	mA	
I _{IL}	Input LOW Current I _{O, I1} E, S			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
				-0.8	mA	
I _{OS}	Short Circuit Current	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current			8.0	mA	V _{CC} = MAX, All inputs at 4.5 V, All outputs open.
I _{CC}	Power Supply Current			11	mA	V _{CC} = MAX, All other input combinations, All outputs open.

AC CHARACTERISTICS: T_A = 25°C

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH}	Propagation Delay Data to Output		7.0	12	ns	Figure 2
t _{PHL}	Propagation Delay Data to Output		10	15	ns	Figure 2
t _{PLH}	Propagation Delay Enable to Output		11	17	ns	Figure 1
t _{PHL}	Propagation Delay Enable to Output		18	24	ns	Figure 1
t _{PLH}	Propagation Delay Select to Output		13	20	ns	Figure 2
t _{PHL}	Propagation Delay Select to Output		16	24	ns	Figure 2

AC WAVEFORMS

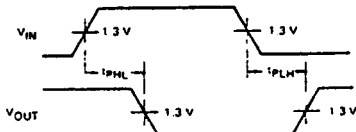


Fig. 1

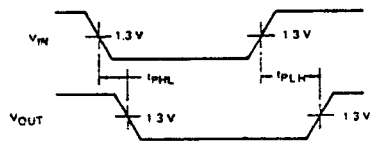


Fig. 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

DESCRIPTION — Each multivibrator of the LS221 features a negative-transition-triggered input and a positive-transition-triggered input either of which can be used as an inhibit input.

Pulse triggering occurs at a voltage level and is not related to the transition time of the input pulse. Schmitt-trigger input circuitry for B input allows jitter-free triggering for inputs as slow as 1 volt/second, providing the circuit with excellent noise immunity. A high immunity to VCC noise is also provided by internal latching circuitry.

Once triggered, the outputs are independent of further transitions of the inputs and are a function of the timing components. The output pulses can be terminated by the overriding clear. Input pulse width may be of any duration relative to the output pulse width. Output pulse width may be varied from 35 nanoseconds to a maximum of 70 s by choosing appropriate timing components. With $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$ and $C_{ext} = 0$, a typical output pulse of 30 nanoseconds is achieved. Output rise and fall times are independent of pulse length.

Pulse width stability is achieved through internal compensation and is virtually independent of VCC and temperature. In most applications, pulse stability will only be limited by the accuracy of external timing components.

Jitter-free operation is maintained over the full temperature and VCC ranges for greater than six decades of timing capacitance (10pF to 10 μ F), and greater than one decade of timing resistance (2 to 70 k Ω for the SN54LS221, and 2 to 100 k Ω for the SN74LS221). Pulse width is defined by the relationship: $t_w(\text{out}) = C_{ext}R_{ext} \ln 2 \approx 0.7 C_{ext}R_{ext}$. If pulse cutoff is not critical, capacitance up to 1000 μ F and resistance as low as 1.4 k Ω may be used. The range of jitter-free pulse widths is extended if VCC is 5 V and 25°C temperature.

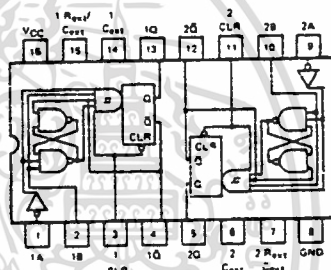
- SN54LS221 and SN74LS221 IS A DUAL HIGHLY STABLE ONE-SHOT
- OVERRIDING CLEAR TERMINATES OUTPUT PULSE
- PIN OUT IS IDENTICAL TO SN54LS/74LS123

SN54/74LS221

DUAL MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH SCHMITT-TRIGGER INPUTS

LOW POWER SCHOTTKY

(TOP VIEW)

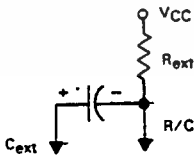


positive logic: Low input to clear resets Q low and Q high regardless of Q levels; A or B inputs

J Suffix — Case 620-09 (Ceramic)
N Suffix — Case 648-08 (Plastic)

FUNCTION TABLE
(EACH MONOSTABLE)

INPUTS		OUTPUTS	
CLEAR	A B	Q	Q̄
L	X X	L	H
X	H X	L	H
X	X L	L	H
H	L ↑	↘	↗
↑	↓ H	↘	↗
↑	L H	↘	↗



TYPE	TYPICAL POWER DISSIPATION	MAXIMUM OUTPUT PULSE LENGTH
SN54LS221	23 mW	49 s
SN74LS221	23 mW	70 s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS221

Once in the pulse trigger mode, the output pulse width is determined by $t_{PW} = R_{ext}C_{ext} \ln 2$, as long as R_{ext} and C_{ext} are within their minimum and maximum values and the duty cycle is less than 50%. This pulse width is essentially independent of V_{CC} and temperature variations. Output pulse widths varies typically no more than $\pm 0.5\%$ from device to device.

If the duty cycle, defined as being $100 \cdot \frac{t_{PW}}{T}$ where T is the period of the input pulse, rises above 50%, the output pulse width will become shorter. If the duty cycle varies between low and high values, this causes the output pulse width to vary in length, or jitter. To reduce jitter to a minimum, R_{ext} should be as large as possible. (Jitter is independent of C_{ext}). With $R_{ext} = 100K$, jitter is not appreciable until the duty cycle approaches 90%.

Although the LS221 is pin-for-pin compatible with the LS123, it should be remembered that they are not functionally identical. The LS123 is retriggerable so that the output is dependent upon the input transitions once it is high. This is not the case for the LS221. Also note that it is recommended to externally ground the LS123 C_{ext} pin. However, this cannot be done on the LS221.

The SN54LS/74LS221 is a dual, monolithic, non-retriggerable, high-stability one shot. The output pulse width, t_{PW} can be varied over 9 decades of timing by proper selection of the external timing components, R_{ext} and C_{ext} .

Pulse triggering occurs at a voltage level and is, therefore, independent of the input slew rate. Although all three inputs have this Schmitt-trigger effect, only the B input should be used for very long transition triggers ($> 1.0 \mu V/s$). High immunity to V_{CC} noise (typically 1.5 V) is achieved by internal latching circuitry. However, standard V_{CC} bypassing is strongly recommended.

The LS221 has four basic modes of operation.

Clear Mode: If the clear input is held low, irregardless of the previous output state and other input states, the Q output is low.

Inhibit Mode: If either the A input is high or the B input is low, once the Q output goes low, it cannot be retriggered by other inputs.

Pulse Trigger Mode: This occurs when none of the other modes are in effect and the Q output is low. A proper transition by either the CLR, A or B input, as shown in the truth table, will cause the Q output to go high and remain high for the pulse time t_{PW} .

Once triggered, as long as the output remains high, all input transitions (except for Clear, see Note 4) are ignored.

Overriding

Clear Mode: If the Q output is high, it may be forced low by bringing the clear input low.

SN54/74LS221

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I _{OH}	Output Current — High	54,74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at A Input		1.0	2.0	V	V _{CC} = MIN
V _{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at A Input	54	0.7	1.0	V	V _{CC} = MIN
		74	0.8	1.0	V	
V _{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at B Input		1.0	2.0	V	V _{CC} = MIN
V _{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at B Input	54	0.7	0.9	V	V _{CC} = MIN
		74	0.8	0.9	V	
V _{IK}	Input Clamp Voltage			-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.4	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX
		74	2.7	3.4	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54	0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA I _{OL} = 8.0 mA V _{CC} = MIN
		74	0.35	0.5	V	
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{IL}	Input LOW Current			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
	Input A			-0.8	mA	
	Input B Clear			-0.8	mA	
I _{OS}	Short Circuit Current	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current		4.7	11	mA	V _{CC} = MAX
	Quiescent Triggered		19	27	mA	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN5474LS221

AC CHARACTERISTICS: $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LIMITS			UNIT	TEST CONDITIONS
			MIN	TYP	MAX		
t_{PLH}	A	Q		45	70	ns	$C_L = 15\text{ pF}$ See Figure 1 $C_{ext} = 80\text{ pF}$, $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$
	B	Q		35	55		
t_{PHL}	A	\bar{Q}		50	80	ns	
	B	\bar{Q}		40	65		
t_{PHL}	Clear	Q		35	55	ns	
t_{PLH}	Clear	\bar{Q}		44	65	ns	
$t_W(\text{out})$	A or B	Q or \bar{Q}	70	120	150	ns	
			20	47	70		
			600	670	750		
			6	6.9	7.5		
							$C_{ext} = 80\text{ pF}$, $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$
							$C_{ext} = 0$, $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$
							$C_{ext} = 100\text{ pF}$, $R_{ext} = 10\text{ k}\Omega$
							$C_{ext} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $R_{ext} = 10\text{ k}\Omega$

AC SETUP REQUIREMENTS $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
dv/dt	Rate of Rise or Fall of Input Pulse				V/s
		Schmitt, B	1.0		
		Logic Input, A	1.0		
t_W	Input Pulse Width	A or B, $t_W(\text{in})$	40		ns
		Clear, $t_W(\text{clear})$	40		
t_s	Clear-Inactive-State Setup Time		15		ns
R_{ext}	External Timing Resistance	54	1.4	70	$\text{k}\Omega$
		74	1.4	100	
C_{ext}	External Timing Capacitance		0	1000	μF
Duty Cycle	Output Duty Cycle	$R_T = 2.0\text{ k}\Omega$		50	%
		$R_T = \text{MAX } R_{ext}$		90	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS221

AC WAVEFORMS

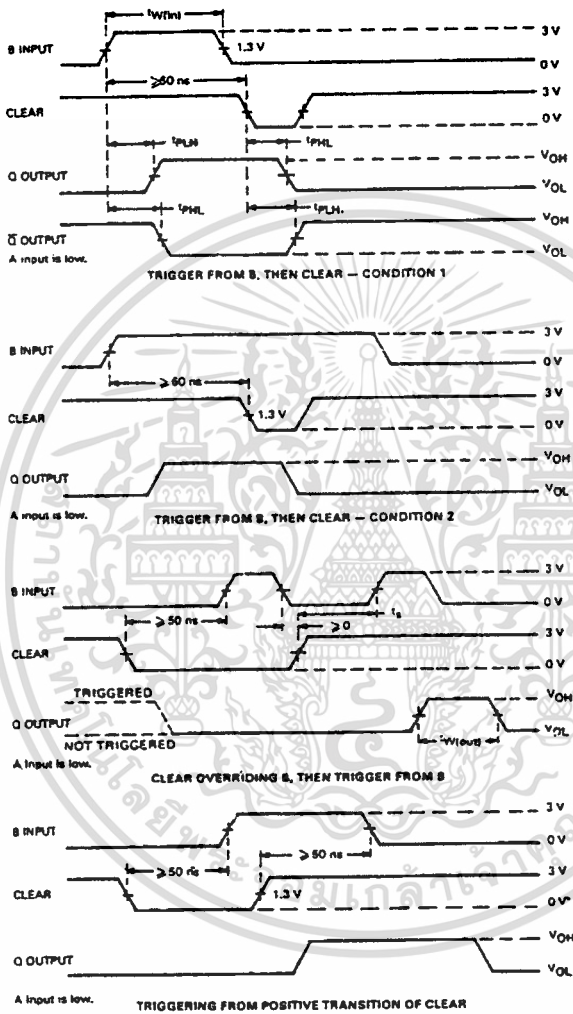


Fig. 1



MOTOROLA

DESCRIPTION — The SN54LS/74LS390 and SN54LS/74LS393 each contain a pair of high-speed 4-stage ripple counters. Each half of the LS390 is partitioned into a divide-by-two section and a divide-by-five section, with a separate clock input for each section. The two sections can be connected to count in the 8.4.2.1 BCD code or they can count in a binary sequence to provide a square wave (50% duty cycle) at the final output.

Each half of the LS393 operates as a Modulo-16 binary divider, with the last three stages triggered in a ripple fashion. In both the LS390 and the LS393, the flip-flops are triggered by a HIGH-to-LOW transition of their CP inputs. Each half of each circuit type has a Master Reset input which responds to a HIGH signal by forcing all four outputs to the LOW state.

- DUAL VERSIONS OF LS290 AND LS293
- LS390 HAS SEPARATE CLOCKS ALLOWING +2, +2.5, +5
- INDIVIDUAL ASYNCHRONOUS CLEAR FOR EACH COUNTER
- TYPICAL MAX COUNT FREQUENCY OF 50 MHZ
- INPUT CLAMP DIODES MINIMIZE HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

PIN NAMES

LOADING (Note a)

		HIGH	LOW
\overline{CP}	Clock (Active LOW going edge) Input to +16 (LS393)	0.5 U.L.	1.0 U.L.
\overline{CP}_0	Clock (Active LOW going edge) Input to +2 (LS390)	0.5 U.L.	1.0 U.L.
\overline{CP}_1	Clock (Active LOW going edge) Input to +5 (LS390)	0.5 U.L.	1.5 U.L.
MR	Master Reset (Active HIGH) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
Q ₀ —Q ₃	Flip-Flop outputs (Note b)	10 U.L.	5(2.5) U.L.

NOTES:

- a. 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW.
 b. The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

SN54/74LS390
SN54/74LS393

DUAL DECADE COUNTER;
DUAL 4-STAGE
BINARY COUNTER

LOW POWER SCHOTTKY

CONNECTION DIAGRAMS
DIP (TOP VIEW)

SN54LS/74LS390



J Suffix — Case 620-09 (Ceramic)
N Suffix — Case 648-08 (Plastic)

SN54LS/74LS393



J Suffix — Case 632-08 (Ceramic)
N Suffix — Case 646-06 (Plastic)

NOTE:

The Flatpak version has the same pinouts. Connection Diagram: as the Dual In-Line Package.

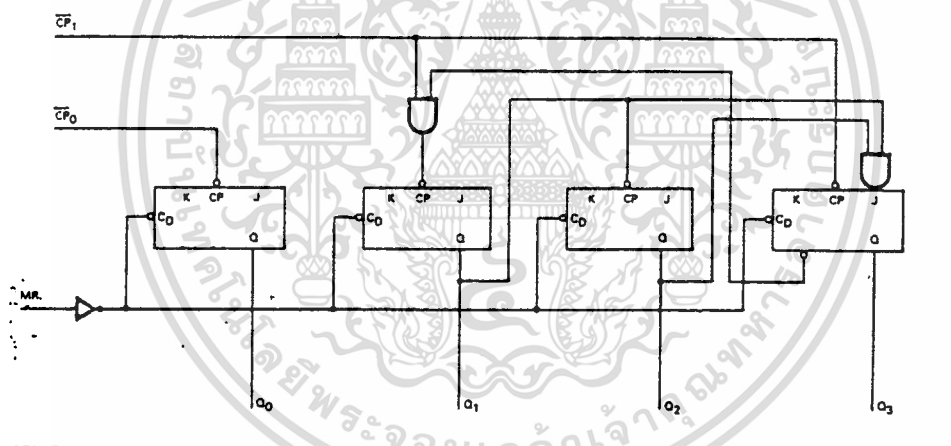
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS390 • SN54/74LS393

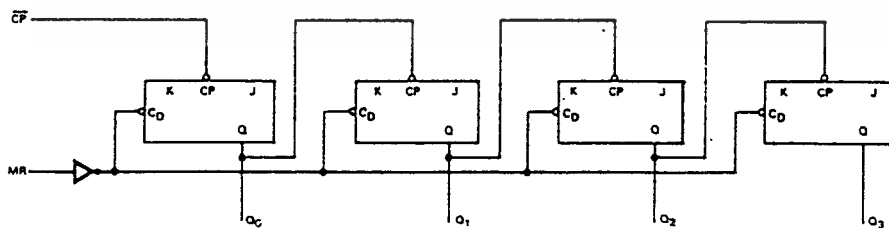
FUNCTIONAL DESCRIPTION—Each half of the SN54LS/74LS393 Operates in the Modulo 16 binary sequence, as indicated in the $\div 16$ Truth Table. The first flip-flop is triggered by HIGH-to-LOW transitions of the CP input signal. Each of the other flip-flops is triggered by a HIGH-to-LOW transition of the Q output of the preceding flip-flop. Thus state changes of the Q outputs do not occur simultaneously. This means that logic signals derived from combinations of these outputs will be subject to decoding spikes and, therefore, should not be used as clocks for other counters, registers or flip-flops. A HIGH signal on MR forces all outputs to the LOW state and prevents counting.

Each half of the $\div 16$ section contains a $\div 5$ section that is independent except for the common MR function. The $\div 5$ section operates in 4.2.1 binary sequence, as shown in the $\div 5$ Truth Table, with the third stage output exhibiting a 20% duty cycle when the input frequency is constant. To obtain a $\div 10$ function having a 50% duty cycle output, connect the input signal to \overline{CP}_1 and connect the Q_3 output to the \overline{CP}_0 input; the Q_0 output provides the desired 50% duty cycle output. If the input frequency is connected to \overline{CP}_0 and the Q_0 output is connected to \overline{CP}_1 , a decade divider operating in the 8.4.2.1 BCD code is obtained, as shown in the BCD Truth Table. Since the flip-flops change state asynchronously, logic signals derived from combinations of $\div 16$ outputs are also subject to decoding spikes. A HIGH signal on MR forces all outputs LOW and prevents counting.

SN54LS/74LS390 LOGIC DIAGRAM (one half shown)



SN54LS/74LS393 LOGIC DIAGRAM (one half shown)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS390 • SN54/74LS393

SN54LS/74LS390 BCD
TRUTH TABLE
(Input on CP₀; Q₀ CP₁)

COUNT	OUTPUTS			
	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

SN54LS/74LS390 + 5
TRUTH TABLE
(Input on CP₁)

COUNT	OUTPUTS		
	Q ₃	Q ₂	Q ₁
0	L	L	L
1	L	L	H
2	L	H	L
3	L	H	H
4	H	L	L

SN54LS/74LS393
TRUTH TABLE

COUNT	OUTPUTS			
	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I _{QH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74		0.8		
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA I _{OL} = 8.0 mA V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				0.1	mA	
I _{IL}	Input LOW Current	MR		-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
		CP, CP ₀		-1.6	mA	
		CP ₁		-2.4	mA	
I _{OS}	Short Circuit Current		-20	-100	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current			26	mA	V _{CC} = MAX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS390 • SN54/74LS393

AC CHARACTERISTICS: $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0\text{V}$

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency \overline{CP}_0 to Q_0	25	35		MHz	$C_L = 15\text{ pF}$
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency \overline{CP}_1 to Q_1	12.5	20		MHz	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay: \overline{CP} to Q_0 LS393		12 13	20 20	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	\overline{CP}_0 to Q_0 LS390		12 13	20 20	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	\overline{CP} to Q_3 LS393		40 40	60 60	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	\overline{CP}_0 to Q_2 LS390		37 39	60 60	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	\overline{CP}_1 to Q_1 LS390		13 14	21 21	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	\overline{CP}_1 to Q_2 LS390		24 26	39 39	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	\overline{CP}_1 to Q_3 LS390		13 14	21 21	ns	
t_{PHL}	MR to Any Output LS390/393		24	39	ns	

AC SETUP REQUIREMENTS: $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0\text{V}$

SYMBOL	PARAMETER		LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
			MIN	TYP	MAX		
t_W	Clock Pulse Width LS393		20			ns	$V_{CC} = 5.0\text{V}$
t_W	\overline{CP}_0 Pulse Width LS390		20			ns	
t_W	\overline{CP}_1 Pulse Width LS390		40			ns	
t_W	MR Pulse Width LS390/393		20			ns	
t_{rec}	Recovery Time LS390/393		25			ns	

AC WAVEFORMS



Fig. 1

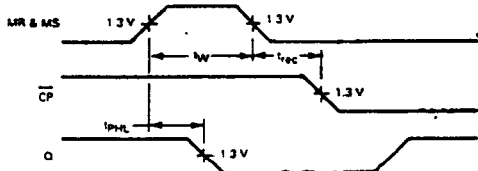


Fig. 2

*The number of Clock Pulses required between the t_{PHL} and t_{PLH} measurements can be determined from the appropriate Truth Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณ
หลายท่านด้วยกัน ทางคณะผู้จัดทำจึงขอแสดงความขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง อันได้
แก่รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ทำให้เกิดปริญญาบัตรฉบับนี้ ตลอดจน
อาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ รุ่นพี่และเพื่อน ๆ ซึ่งให้ความช่วยเหลือจึงทำให้ได้ปริญญา
บัตรที่สมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ชูเกียรติ จันทธานี “ ทฤษฎีตรวจสอบโทรทัศน์สี “ กรุงเทพมหานคร จัดพิมพ์ โดย ศูนย์หนังสือเทคนิคร 2521
2. มนตรี พจนารถลาวัณย์ “ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทอร์โบซี “ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด 2521
3. ชันวา ศรีประโมง “ การเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับวิศวกรรม “ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีมหานคร 2521
4. คร.ชวัช เมฆสวรรค์ “ เทคนิคการตรวจสอบเครื่องรับโทรทัศน์สี “ กรุงเทพมหานคร องค์การศึกษาคูรุสภา 2521
5. ปริชญานีพนธ์ “ เครื่องเก็บภาพขนาด 512 x 512 จุด โดยใช้หน่วยความจำความเร็วสูง คณะวิศวกรรมศาสตร์ 2535
6. M.A. SID-AHMED “ IMAGE PROCESSING ” Theory, Algorithmz and Aerchitectures International Edition. 1995