

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จอแสดงภาพไร้สาย

Wireless Monitor

โดย
นายสมาน บุญน้อม
นายอาทิตย์ ชิมเทียม

รฟ.
๘ 294๗
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72696
วัน,เดือน,ปี..... 21 ส.ย. 2550

b. 11771A93
i.....

ปฏิญานีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบเซ

จอแสดงภาพไร้สาย

Wireless Monitor



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม


คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ขอแสดงผลวิทยานิพนธ์**

Wireless Monitor

ผู้จัดทำ

1. นายสมาน บุญน้อม 47015027
2. นายอาทิตย์ ชื่นเทียม 47015038

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร. กอภชัย เดชหาญ)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนารมณ์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอแสดงภาพไร้สาย
Wireless Monitor

โดย นายสมาน บุญน้อม 47015027
นายอาทิตย์ ชัมเทียน 47015038

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. กอบชัย เศรษฐาญ
ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนารักษ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็น การสร้างอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณภาพผ่านการ์ดแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์(DB-15) และนำสัญญาณภาพนี้ส่งออกทางคลื่นวิทยุไปสู่อุปกรณ์รับและอุปกรณ์รับจะนำสัญญาณที่รับได้ไปแสดงผลที่จอภาพ

ABSTRACT

This project presents an implementation of interface between computer and monitor. The video signal is sent via radio wave to receiver and then receiver will be displaying on monitor.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากการแนะนำให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางต่างๆ จาก รศ.ดร. กอบชัย เศรษฐาญ และ ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์ ซึ่งคอยเอาใจใส่ดูแล และคอยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ตลอดจนบุคคลที่มีส่วนร่วมในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ของท่านไว้ ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญรูปภาพ	i
สารบัญตาราง	iii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.2 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 จอแสดงผล	2
2.1.1 จอภาพแบบ CRT	2
2.1.2 จอภาพแบบ LCD	6
2.1.3 ความแตกต่างของจอภาพแบบ CRT และ LCD	9
2.2 หลักการทำงานจอมอนิเตอร์	9
2.2.1 ลักษณะของการส่งข้อมูลในรูปแบบของสายในวงจรมอนิเตอร์	9
2.2.2 แสงสีและการมองเห็น	10
2.2.3 การผสมสีแสง	10
2.2.4 คุณสมบัติของสี	11
2.2.5 การสร้างภาพสีของจอมอนิเตอร์	11
2.2.6 การสแกน	13
2.3 โครงสร้างของกราฟิกการ์ด	15
2.3.1 การ์ดแสดงผลนำภาพออกสู่จอได้ยังไง	16
2.4 สัญญาโทรทัศน์สี	16
2.4.1 โทรทัศน์สีระบบ NTSC (NTSC color TV system)	19
2.4.2 โทรทัศน์สีระบบ PAL (PAL color TV system)	21
2.5 ภาคต่างๆ ด้านสัญญาณภาพ	22
2.5.1 ภาควิดีโอไอเอฟเอ็มเอมพลิไฟเออร์	22
2.5.2 ภาควิดีโอดีเทคเตอร์	23
2.5.3 การดีเทคเตอร์ด้านสัญญาณภาพและเสียง	23
2.5.4 ภาควิดีโอแอมพลิไฟเออร์	23
2.5.5 ภาควิดีโอไอเออาต์พุต	23
2.5.6 การเปรียบเทียบคุณภาพของระบบโทรทัศน์สี	24
2.5.7 บทสรุป	25
2.6 การมอดูเลตเชิงเส้น (Linear modulations)	25
2.6.1 การมอดูเลตแบบ Double Sideband Large Carrier(DSB-LC)	26
2.6.2 การมอดูเลตแบบ Double Sideband Suppressed Carrier(DSB-SC)	26

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.3 การมอดูเลตแบบ Single Sideband(SSB)	26
2.7 การมอดูเลตแบบ AM (DSB-LC)	26
2.7.1 กำลังของคลื่นพาห์และกำลังของ sideband ในการมอดูเลตแบบ AM	29
2.7.2 การมอดูเลตแบบ DSB-SC	29
2.7.3 การมอดูเลตแบบ SSB	30
2.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ด้านภาพ	31
2.9 การส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศ	33
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	37
3.1 การคำนวณแบนด์วิดท์ของสัญญาณภาพ	37
3.2 วงจรรวมสัญญาณ	38
3.3 วงจรส่งสัญญาณ	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 การทดสอบสัญญาณเอาต์พุตจากการค้องของคอมพิวเตอร์	42
4.2 การทดสอบวงจรรวมสัญญาณ	45
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	50
ภาคผนวก ก.	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

สารบัญรูปลภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการส่งสัญญาณ	1
รูปที่ 2.1 ลักษณะการบิดงอแสงอิเล็กทรอนิกส์ของจอภาพแบบ CRT	2
รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบลักษณะการบิดงอแสงของจอภาพแบบ Shadow Mask (ซ้าย) และแบบ Trinitron (ขวา)	2
รูปที่ 2.3 ขนาดของจอภาพ	3
รูปที่ 2.4 ความละเอียดของจอภาพ	4
รูปที่ 2.5 วิธีการวัดขนาดของคอตพิคซ์ของจอภาพแบบ Shadow Mask (ซ้าย) และ Trinitron (ขวา)	5
รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบระหว่างจอภาพที่มีคอตพิคซ์ขนาด 0.28 (ซ้าย) กับ 0.35 (ขวา)	6
รูปที่ 2.7 ลักษณะการบิดตัวของผลึกคริสตัลเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้า (ซ้าย) และขณะจ่ายกระแสไฟฟ้า (ขวา)	6
รูปที่ 2.8 การพุ่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่จอมอนิเตอร์ใช้สายพ่วงผ่านสายเคเบิลของดิซิป	10
รูปที่ 2.9 การป้อนสัญญาณับจอมอนิเตอร์	12
รูปที่ 2.10 การสร้างสัญญาณลูมิแนนซ์	13
รูปที่ 2.11 การสแกนทางแนวนอน	14
รูปที่ 2.12 การสแกนทางแนวตั้ง	15
รูปที่ 2.13 แสดงกระบวนการนำภาพออกสู่จอภาพ	16
รูปที่ 2.14 สัญญาณที่ได้จากกล้องโทรทัศน์สี	17
รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ส่องสว่าง	18
รูปที่ 2.16 รูปร่างของสัญญาณที่ได้จากการมอดูเลตแบบ AM โดยปราศจากสัญญาณคลื่นพาห์	19
รูปที่ 2.17 การมอดูเลตสัญญาณแสงสีในโทรทัศน์ระบบ NTSC	20
รูปที่ 2.18 สัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณ โทรทัศน์ที่ให้ภาพสีของโทรทัศน์ระบบ NTSC	21
รูปที่ 2.19 รูปสัญญาณทางเวลาและความถี่ของสัญญาณที่มอดูเลต	25
รูปที่ 2.20 สัญญาณ DSB-LC (AM) ทางเวลาและความถี่	27
รูปที่ 2.21 สัญญาณDSB-LCแสดงให้เห็นเมื่อสัญญาณที่เข้ามามอดูเลตมีขนาดสูงกว่าคลื่นพาห์	28
รูปที่ 2.22 สัญญาณ AM ที่มอดูเลตด้วยดัชนีการมอดูเลตต่างกัน	28
รูปที่ 2.23 สเปกตรัมของสัญญาณ SSB	30
รูปที่ 2.24 SSB modulator ใช้การกรองส่วน upper sideband	31
รูปที่ 2.25 แสดงหลักการที่ใช้ในเครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์ ในระบบ vestigial sideband transmission.	32
รูปที่ 2.26 ลักษณะของความถี่กับขนาดของสัญญาณภาพ สำหรับโทรทัศน์ระบบ PAL ซึ่งมีความถี่คลื่นของสัญญาณ คลื่นเรโซแนนซ์ประมาณ 4.3 MHz	32
รูปที่ 2.27 รูปร่างของสัญญาณภาพ ที่อยู่ในลักษณะของ negative amplitude modulated sidebands โดยขนาดของสัญญาณที่มีค่าสูง จะทำให้เกิดภาพมืดและขนาดของสัญญาณที่มีค่าน้อย จะทำให้เกิดภาพสว่าง	33
รูปที่ 2.28 คลื่นโทรทัศน์ในระนาบตั้งฉาก กับ คลื่นโทรทัศน์ในระนาบแนวนอน	33
รูปที่ 2.29 การเดินทางของคลื่นโทรทัศน์	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.30 ความแตกต่างของคลื่นโทรทัศน์ในย่าน VHF กับคลื่นโทรทัศน์ในย่าน UHF	35
รูปที่ 3.1 วงจรรวมสัญญาณ	38
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรส่งสัญญาณ	41
รูปที่ 3.3 รูปวงจรส่งสัญญาณ	41
รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งขาต่างๆของ D-Sub พอร์ต	42
รูปที่ 4.2 สัญญาณ Horizontal Sync	43
รูปที่ 4.3 สัญญาณ Vertical Sync	43
รูปที่ 4.4 สัญญาณสีแดง (Red)	44
รูปที่ 4.5 สัญญาณสีเขียว (Green)	44
รูปที่ 4.6 สัญญาณสีน้ำเงิน (Blue)	45
รูปที่ 4.7 สัญญาณ composite video	46
รูปที่ 4.8 สัญญาณเอาต์พุตที่ออกจากวงจรส่งสัญญาณ	47
รูปที่ 4.9 สเปกตรัมของสัญญาณเอาต์พุตที่ภาคส่งสัญญาณ	47
รูปที่ 4.10 ภาพที่หน้าจอของคอมพิวเตอร์	48
รูปที่ 4.11 สัญญาณที่รับได้จากเครื่องรับโทรทัศน์	48
รูปที่ 4.12 แสดงรูปชิ้นงานด้านนอก	49
รูปที่ 4.13 แสดงรูปชิ้นงานด้านใน	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของจอภาพ	4
ตารางที่ 2.2 แสดงความละเอียดของจอภาพ	5
ตารางที่ 2.3 แสดงค่าคออดพิคซ์ของจอภาพ	6
ตารางที่ 2.4 มาตรฐานในการขอเคลมจอภาพแบบ LCD เมื่อพบ Dead Pixel	9
ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบที่ขบคุณสมบัติในการแสดงผลของจอภาพแบบ CRT และ LCD	9
ตารางที่ 4.1 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆ ของ D-Sub พอร์ต	42



บทที่ 1

บทนำ

จากความเจริญเติบโตทางธุรกิจ และการแข่งขันทางเทคโนโลยีที่ไม่หยุดนิ่ง เป็นผลให้ต้องมีการเสาะหาช่องทางการสื่อสารทางเลือกใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความจำเป็น ในการติดต่อสื่อสาร อีกทั้งยังต้องมีความแน่นอน และรวดเร็วซึ่ง ภายในองค์กรภาคธุรกิจที่ต้องการการนำเสนอข้อมูลในการประชุมหรือแสดงผลงานภายในองค์กรที่มีพื้นที่ไม่มากนัก จึงได้ทำการออกแบบอุปกรณ์เครื่องรับ-ส่งข้อมูลภาพผ่านช่องสัญญาณคลื่นความถี่สาธารณะ เพื่อความสะดวก ประหยัด อีกทั้งยังนำไปใช้งานง่าย เหมาะสำหรับองค์กรทางธุรกิจที่เพิ่งก่อตั้ง และภาครัฐอีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.1.1 เพื่อความสะดวกและประหยัดเงินทุนที่จะนำไปซื้ออุปกรณ์ที่มีราคาแพง จะเป็นการดีหากจะนำเงินทุนที่มีไปทำการขับเคลื่อนและพัฒนาองค์กรต่อไป

1.1.2 เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการรับข้อมูลทางการประชุมหรือการนำเสนอข้อมูล อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอข้อมูลอีกด้วย

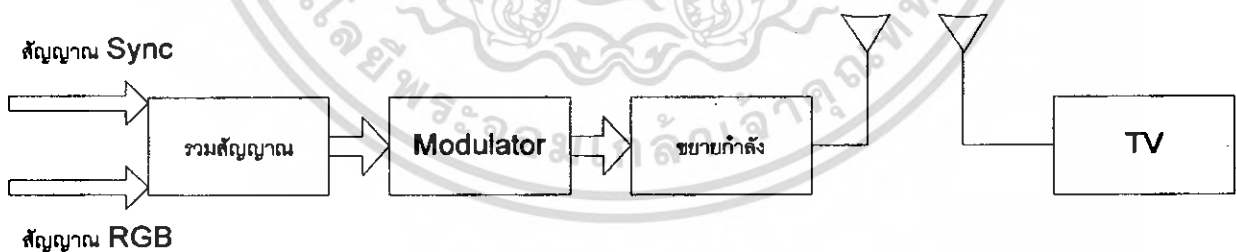
1.1.3 เพื่อทำการสร้างอุปกรณ์ส่งผ่านสัญญาณ VIDEO ที่ใช้ย่านความถี่ VHF

1.2 ขอบเขตของโครงการ

โครงการชิ้นนี้เป็นการออกแบบและสร้าง อุปกรณ์ส่งข้อมูลผ่านทางช่องทางของคลื่นความถี่ VHF เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณภาพจากตัวเครื่อง PC ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์

1.2.1 สามารถใช้งานในย่านความถี่ VHF ในการส่งสัญญาณภาพได้

1.2.2 สามารถส่งสัญญาณภาพจากคอมพิวเตอร์ไปสู่เครื่องรับโทรทัศน์โดยที่มีความถูกต้องแม่นยำพอสมควร



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

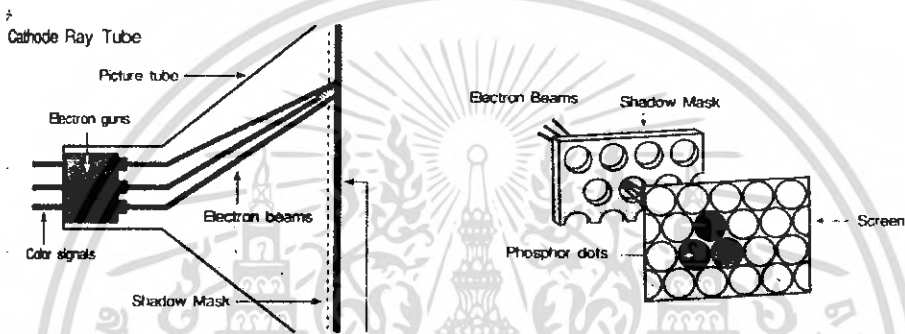
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ออแสดงผล

2.1.1 จอภาพแบบ CRT

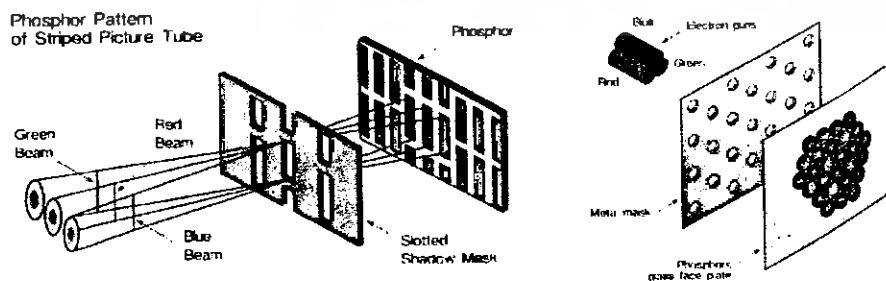
จอภาพแบบ CRT (Carthode Ray Tube) เป็นจอภาพที่มีมานานหลายปีแล้ว เพราะหลอดภาพแบบ CRT นี้ไม่ได้มีใช้เฉพาะกับจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น แม้แต่โทรทัศน์ก็ยังใช้หลอดภาพแบบ CRT เช่นกัน การทำงานของหลอดภาพแบบ CRT นี้จะมีปืนอิเล็กตรอน (Electron Guns) ที่ใช้ในการยิงลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beams) ทั้ง 3 สีไปยังหน้ากาก (Shadow Mask) แล้วจึงแสดงผลออกสู่จอภาพ



รูปที่ 2.1 ลักษณะการยิงลำแสงอิเล็กตรอนของจอภาพแบบ CRT

2.1.1.1 ประเภทของหลอดภาพ CRT

ในปัจจุบันเราสามารถแบ่งรูปแบบของหลอดภาพ CRT ตามลักษณะของหน้ากาก (Shadow Mask) ได้เป็น 2 แบบคือ แบบ Shadow Mask เดิม และแบบ Trinitron ซึ่งคิดค้นโดยบริษัท Sony ทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ส่วนหนึ่งที่เราจะรู้ว่าจอภาพ CRT ของเราใช้หลอดภาพแบบใดนั้นสามารถดูได้จากลักษณะของหลอดภาพแบบ Shadow Mask จะมีลักษณะโค้ง ในขณะที่หลอดภาพแบบ Trinitron จะตรงเรียบเสมอกันทั้งในแนวตั้งและแนวนอน หรือที่มักนิยมเรียกว่า “จอแบน” นั่นเอง ลักษณะการยิงลำแสงของหลอดภาพทั้ง 2 แบบจะมีการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนี้



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบลักษณะการยิงลำแสงของจอภาพแบบ Shadow Mask(ขวา) และแบบ Trinitron(ซ้าย)

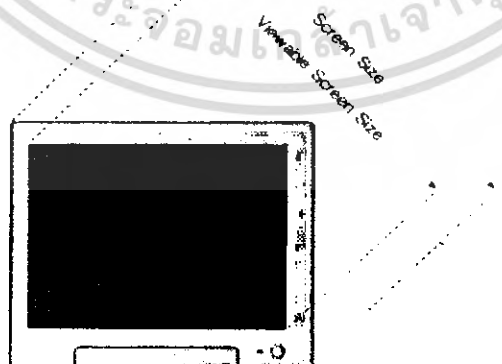
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบบ Shadow Mask จะเป็นการยิงลำแสงอิเล็กตรอนผ่านหน้ากากแบบ Shadow Mask ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องวงกลมเรียงเป็นช่องๆ ทำให้ได้ภาพออกมาเป็นลักษณะของสี่เหลี่ยมสลับกัน (ดังรูป 2.2) ในยุคแรกจอภาพแบบ Shadow Mask จะมีลักษณะโค้งคล้ายกับลูกฟุตบอล ส่งผลให้การแสดงผลของภาพโค้งตามไปด้วย จึงทำให้มีการพัฒนาจอภาพแบบนี้ให้มีความโค้งลดลงในระดับหนึ่ง แต่ถึงอย่างไรจอภาพแบบ Shadow Mask ก็ยังมีความโค้งอยู่ดี การที่จอภาพแบบ Shadow Mask จะโค้งมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการออกแบบของผู้ผลิตจอภาพที่จะออกแบบให้จอภาพของตนแสดงผลได้ดีเพียงใด

2. แบบ Trinitron จะใช้หน้ากากแบบ Aperture Grill แทน Shadow Mask ซึ่งลักษณะของ Aperture Grill นี้จะเป็นเส้นตรงเรียงสลับกัน จึงทำให้การยิงแสงอิเล็กตรอนออกมาเป็นเส้นตรงแทนที่จะเป็นวงกลมเหมือนกับแบบ Shadow Mask จอภาพแบบ Trinitron จะมีความคมชัดมากกว่าแบบ Shadow Mask แต่มีข้อเสียตรงที่ในการวางแผน Aperture Grill จะต้องมีเส้นลวดต่างๆ เพื่อยึดไม่ให้แผ่น Aperture Grill สั่นในขณะทำงาน ดังนั้น เราจะมองเห็นลวดต่างๆ นี้ เป็นเส้นสีเทาอ่อนๆ ทาดในแนวนอนของจอภาพ โดยจอภาพ 15 นิ้วจะมีเพียง 1 เส้น แต่สำหรับ 17 นิ้วขึ้นไปจะมีถึง 2 เส้น ตรงจุดนี้เองเราจึงสามารถรู้ได้ด้วยตัวเองว่าจอภาพของเราใช้เทคโนโลยี Trinitron ของ Sony จริงหรือไม่ และจอภาพแบบ Trinitron นี้ยังใช้พลังงานมากกว่าแบบ Shadow Mask โดยจะใช้พลังงานในระดับ 100 วัตต์ขึ้นไป ในขณะที่แบบ Shadow Mask จะใช้พลังงานเริ่มต้นราวๆ 70 วัตต์เท่านั้น

2.1.1.2 พื้นที่การแสดงผลของจอภาพ

พื้นที่การแสดงผลของจอภาพ (Viewable Screen Size) จะเป็นตัวบอกว่าจอภาพของเรามีพื้นที่ในการแสดงผลจริงเท่าไรการวัดพื้นที่การแสดงผลจะวัดตามแนวเส้นทแยงมุมของจอภาพ (แบบเดียวกับจอโทรทัศน์) จอภาพแบบ CRT พื้นที่การแสดงผลจริงมักจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดจอภาพประมาณ 1 นิ้วเพราะส่วนหนึ่งจะถูกบังด้วยขอบของจอภาพ เช่น จอภาพขนาด 15 นิ้วจะมีพื้นที่การแสดงผลจริงเพียง 14 นิ้วเท่านั้น



รูปที่ 2.3 ขนาดของจอภาพ

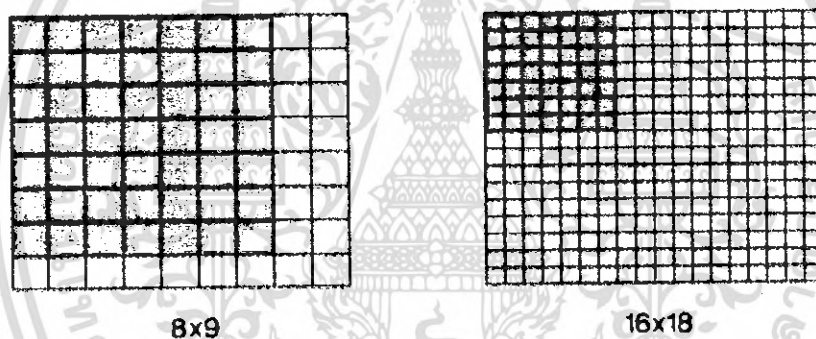
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของจอภาพ

ขนาดจอภาพ	แบบ Shadow Mask	แบบ Trinitron
15 นิ้ว	13.8 นิ้ว	14 นิ้ว
17 นิ้ว	16 นิ้ว	16 นิ้ว
19 นิ้ว	17.9 นิ้ว	18 นิ้ว
21 นิ้ว	20 นิ้ว	19.8 นิ้ว

2.1.1.3 ความละเอียดของจอภาพ

ค่าความละเอียด (Resolution) จะเกี่ยวข้องกับการแสดงผลของจอภาพโดยตรง เพราะค่าความละเอียดก็คือจำนวนจุด หรือพิกเซล (Pixel) ที่สามารถแสดงผลได้บนจอภาพ การวัดค่าความละเอียดจะนับจากจำนวนจุดที่สามารถแสดงผลได้ในแนวตั้งและแนวนอน เช่น จอภาพที่สามารถแสดงผลได้ในแนวตั้งและแนวนอน เช่น จอภาพที่สามารถแสดงผลที่ความละเอียดสูงสุดที่ 640x480 ก็หมายความว่าจอภาพนี้มีจุดในแนวนอน 640 จุด และแนวตั้ง 480 จุดนั่นเอง



รูปที่ 2.4 ความละเอียดของจอภาพ

จากรูปถ้าสมมุติให้รูปภาพที่แสดงผลมีขนาด 7x7 พิกเซล ถ้าเราตั้งความละเอียดของจอภาพไว้ที่ 8x9 พิกเซล ก็จะได้ผลดังรูปด้านซ้าย แต่ถ้าเราเพิ่มความละเอียดขึ้นมาเป็น 16x18 พิกเซล (รูปขวา) จะเห็นว่าการแสดงผลของภาพจะทำให้ละเอียดขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้น จอภาพซึ่งสามารถรองรับได้ที่ความละเอียดสูงๆ จะช่วยให้การแสดงผลมีความคมชัดและยังทำให้มีพื้นที่ในการแสดงผลเพิ่มขึ้นด้วย

2.1.1.4 อัตรารีเฟรชจอภาพ

อัตรการรีเฟรช (Refresh Rate) คือ จำนวนครั้งในการวาดรูปภาพบนหน้าจอ จอภาพที่มีอัตรการรีเฟรชมาก จะทำให้การแสดงผลบนจอภาพนิ่ง ไม่มีการกระพริบของแสงบนจอภาพ ซึ่งแสงที่กระพริบนี้จะทำให้เกิดอาการปวดตาเมื่อใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นระยะเวลานาน ค่าอัตรการรีเฟรชนี้จะใช้กับจอภาพแบบ CRT เท่านั้น อัตรการรีเฟรชที่เหมาะสมกับการแสดงผลคือ ที่ 85 Hz ขึ้นไป อัตรการรีเฟรชจะแตกต่างกันไปตามขนาดและความละเอียดของภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

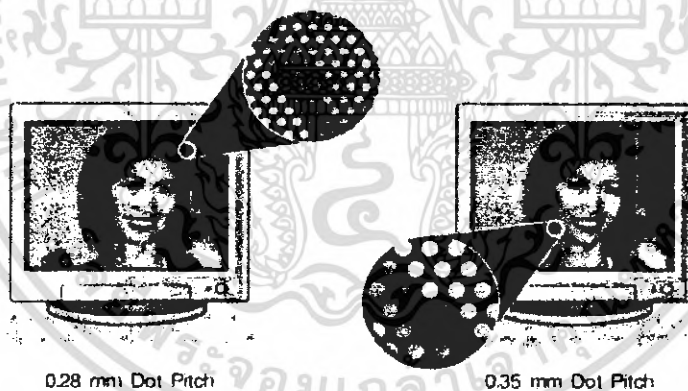
เช่น จอภาพขนาด 15 นิ้ว ยี่ห้อ A บอกว่าสามารถแสดงผลที่มีความละเอียด 1,024x786 ที่ 60 Hz จะหมายความว่า เมื่อเราดึงความละเอียดของจอภาพนี้ที่ 1,027x786 ก็จะมีอัตราความถี่ที่ 60 Hz แต่ถ้าเราลดค่าความละเอียดลงมาเหลือเพียง 800x600 อัตราความถี่ก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 85 Hz ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมในการใช้งาน

ตารางที่ 2.2 แสดงความละเอียดของจอภาพ

ขนาดจอภาพ	แบบ Shadow Mask	แบบ Trinitron
15 นิ้ว	1,024x786 ที่ 60 Hz	1,280x1,024 ที่ 60 Hz
17 นิ้ว	1,280x1,024 ที่ 60 Hz	1,600x1,200 ที่ 60 Hz
19 นิ้ว	1,920x1,440 ที่ 60 Hz	1,600x1,200 ที่ 85 Hz
21 นิ้ว	2,048x1,536 ที่ 60 Hz	2,048x1,536 ที่ 75 Hz

2.1.1.5 คอตพิทซ์กับการแสดงผลบนจอภาพ

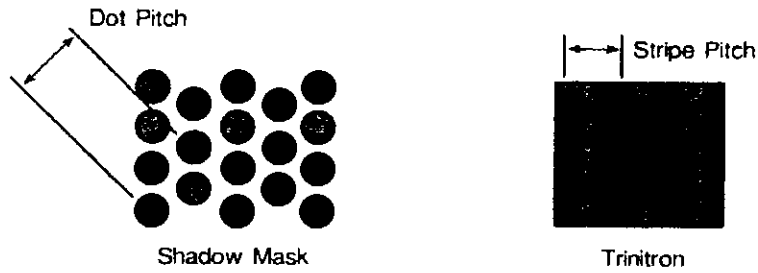
คอตพิทซ์ (Dot Pitch) หรือระยะห่างของจุดสีบนจอภาพนั้นมีผลกับการแสดงผลกับจอภาพเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกับจอภาพขนาดตั้งแต่ 19 นิ้วขึ้นไปยิ่งเห็นผลได้ชัดเจน จากรูปถ่ายจอภาพทั้งด้านซ้ายและขวามีขนาด 15 นิ้วเท่ากัน เราจะพบว่าจอภาพทางด้านซ้ายซึ่งมีค่าคอตพิทซ์เพียง 0.28 มิลลิเมตร (mm) จะสามารถแสดงผลด้วยขนาดของจุดที่เล็กกว่าจอภาพทางด้านขวาที่มีขนาดคอตพิทซ์ถึง 0.35 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.5 วิธีการวัดขนาดของคอตพิทซ์ของจอภาพแบบ Shadow Mask (ซ้าย) และ Trinitron (ขวา)

การวัดค่าคอตพิทซ์ของจอภาพแบบ CRT ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบตามลักษณะของประเภทหลอดภาพคือ แบบ Shadow Mask และแบบ Trinitron สำหรับแบบ Shadow Mask นั้นการวัดค่าคอตพิทซ์จะวัดในแนวทแยงมุม (ดังรูปที่ 2.6) ในขณะที่หลอดภาพแบบ Trinitron จะวัดในแนวนอน ดังนั้น ค่าคอตพิทซ์ของหลอดภาพทั้งสองแบบจึงมีค่าไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



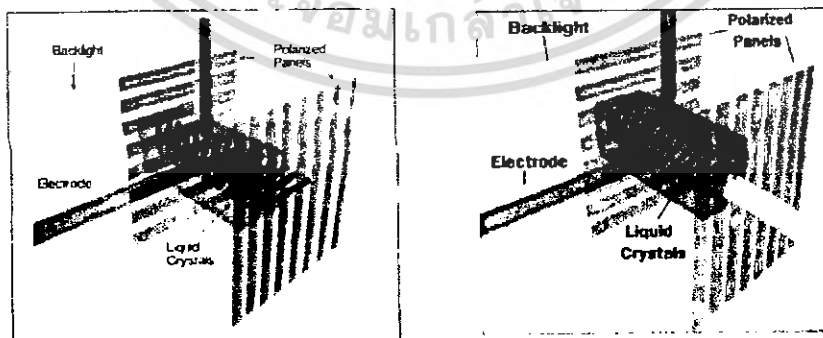
รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบระหว่างจอภาพที่มีจุดพิทช์ขนาด 0.28 (ซ้าย) กับ 0.35 (ขวา)

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าจุดพิทช์ของจอภาพ

ขนาดจอภาพ	แบบ Shadow Mask	แบบ Trinitron
15 นิ้ว	0.28	0.24
17 นิ้ว	0.25	0.24
19 นิ้ว	0.25	0.24
21 นิ้ว	0.25	0.22

2.1.2 จอภาพแบบ LCD

จอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) มีการทำงานที่ซับซ้อนกว่าแบบ CRT เนื่องจากโครงสร้างภายในจะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ในจอภาพ LCD จะมีผลึกคริสตัลเหลว (ตามชื่อ Liquid Crystal) ซึ่งเมื่อเราจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังผลึกคริสตัลเหลวนี้อาจเกิดการบิดตัวของผลึก แต่การบิดตัวนี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปนั่นเอง



รูปที่ 2.7 ลักษณะการบิดตัวของผลึกคริสตัลเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้า (ซ้าย) และขณะจ่ายกระแสไฟฟ้า (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 เราจะพบว่าภายในจอภาพ LCD จะมีแผ่นกรอง (Polarized Panets) อยู่ 2 ผืน ภายในแผ่นกรองจะบรรจุผลึกคริสตัลเหลว (Liquid Crystals) เอาไว้ แสงจากหลอดไฟด้านหลัง (Backlight) จะถูกบังคับให้ผ่านเข้ามาทางแผ่นกรองด้านซ้าย เมื่อมีการเปลี่ยนระดับของกระแสไฟฟ้าที่จ่าย ผลึกคริสตัลจะเกิดการบิดตัวจากแนวตั้งเป็นแนวอน จึงทำให้แสงสามารถผ่านไปยังแผ่นกรองทางด้านขวาได้ ซึ่งจุดที่แสงผ่านไปนี้ก็คือจุดที่แสดงบนจอภาพนั่นเอง

สำหรับความเข้ม/อ่อนของแสงก็จะอยู่ที่การบิดตัวของผลึกคริสตัล ว่าจะบิดไปมากหรือน้อยเพียงใดนั่นเอง แต่การแสดงผลบนจอภาพสีนั้นช่วงก่อนจะออกสู่จอภาพจะมีแผ่นกรอง (Filter) ของแม่สีแสงคือ แดง เขียว น้ำเงินกันอีกชั้นหนึ่งเพื่อใช้สำหรับการแสดงผลในแต่ละสี และการทำงานในแต่ละจุดบนจอภาพสีจะต้องมีวงจรแบบนี้ถึง 3 ชุดต่อการแสดงผลเพียง 1 จุด เพราะแต่ละจุดจะทำหน้าที่ในการเปิด/ปิดแสงแต่ละสี และด้วยเหตุที่การทำงานของจอภาพ LCD มีความซับซ้อนกว่าแบบ CRT มากนั่นเอง จึงส่งผลให้ราคาของจอภาพแบบ LCD แพงกว่าแบบ CRT มาก

2.1.2.1 ประเภทของจอภาพแบบ LCD

1. ประเภท **Passive Matrix** หรือมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบ DSTN จอภาพ LCD แบบนี้จะมีการนำทรานซิสเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงานบางส่วน เพื่อให้การแสดงผลทำได้ดีกว่าจอภาพ LCD ในรุ่นแรกๆ แต่อย่างไรก็ตามจอภาพประเภท DSTN นี้ก็ยังให้คุณภาพของการแสดงผลไม่คึก เพราะการควบคุมการทำงานในแต่ละจุดของจอภาพยังทำได้ช้า ดังนั้น เมื่อเราใช้จอภาพแบบนี้เล่นเกมหรือดูภาพยนตร์ จอภาพจะไม่สามารถแสดงผลได้ทันกับความเร็วจาจอภาพ ในปัจจุบันจึงไม่เป็นที่นิยมแล้ว

2. ประเภท **Active Matrix** หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบ TFT เพราะจอภาพ LCD แบบนี้จะนำทรานซิสเตอร์แบบ Thin-Film (Thin-Film Transistor) มาใช้ควบคุมการแสดงผลในแต่ละจุดบนจอภาพ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมดีกว่าแบบ Passive Matrix มาก แต่ข้อเสียก็คือ การออกแบบที่ซับซ้อนมากขึ้นเพราะเราจะออกแบบจอภาพ LCD แบบ Active Matrix ให้แสดงผลที่ความละเอียด 1,024x786 เราจะต้องใช้จำนวนทรานซิสเตอร์มากถึง 2,359,296 ตัว (1,024x786x3) เพราะแต่ละจุดประกอบด้วยตัวควบคุมแม่สีแสง 3 สีก็คือ ต้องใช้ทรานซิสเตอร์ถึง 3 ตัวใน 1 จุด อีกทั้งการออกแบบก็ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะถ้ามีทรานซิสเตอร์เสียเพียงตัวเดียวจะส่งผลให้จุดภาพบนจอภาพแสดงสีเพี้ยนหรือไม่ก็เป็นจุดดำมืดไปทันที

2.1.2.2 คุณสมบัติของจอภาพ LCD

1. ความเร็วในการตอบสนอง

ค่าความเร็วในการตอบสนองต่อภาพเคลื่อนไหวนี้เรียกว่า Respond Time ในอดีตจอภาพ LCD แสดงผลภาพเคลื่อนไหวได้แย่มาก เนื่องจากโครงสร้างภายในที่เป็นผลึกคริสตัลเหลว การบิดตัวของคริสตัลจึงทำให้ช้าส่งผลให้แสดงผลภาพเคลื่อนไหวไม่ทันกับความเป็นจริง

แต่เทคโนโลยีได้พัฒนาให้โลกภายในจอภาพ LCD สามารถบิดผลึกคริสตัลได้เร็วมากขึ้น ส่งผลให้จอภาพ LCD รุ่นใหม่แสดงผลได้ที่ความเร็ว 8-12 ms ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เพราะจอรุ่นเก่าจะมีค่า Respond Time มากถึง 25 ms แต่อย่างไรก็ตามการวัดค่า Respond Time ของผู้ผลิตจอภาพแต่ละยี่ห้อใช้วิธีการวัดที่แตกต่างกัน ดังนั้น ค่า 8 ms ของจอภาพรุ่นหนึ่งอาจแสดงผลได้เทียบเท่ากับค่า 12 ms ของอีกยี่ห้อหนึ่งก็ได้ ดังนั้น สิ่งที่ดีที่สุดคือ การทดลองด้วยสายตาของเราเองก่อนจะตัดสินใจว่าจอภาพยี่ห้อใด หรือรุ่นใดเหมาะสมที่จะเลือกซื้อมาใช้งานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราความสว่าง

ค่าความสว่างของจอภาพ LCD ในปัจจุบันสามารถทำได้ 250-300 cd/m² ซึ่งหมายความว่าหากเราอยู่ในห้องมืดขนาดพื้นที่ 1x1 ตารางเมตร แล้วจุดเทียนจำนวน 250-300 เล่ม ก็จะได้ค่าความสว่างที่ 250-300 cd/m² (cd/m² ย่อมาจาก Candela per meter²) นับว่ามากจนเกินที่จะรับได้ แต่ปัญหาของจอภาพ LCD คือ หลอดไฟ (Backlight) จะอยู่กลางจอภาพเพราะฉะนั้นความสว่างสูงสุดจะอยู่ตรงกลางจอภาพเท่านั้น ทำให้มุมทังสี่ของจอภาพสว่างไม่ทั่วถึง ดังนั้นจะต้องสังเกตให้ตัวจอภาพ LCD สามารถให้ความสว่างตรงขอบมุมจอภาพได้ชัดเจนเท่ากับตรงกลางจอภาพหรือไม่เท่า

3. มุมมองของจอภาพ

การมองจอภาพในมุมต่างๆ (Viewable Angle) นั้นเราสามารถมองตัวอักษรหรือรูปภาพบนจอภาพแบบ LCD ได้อย่างไม่ผิดเพี้ยนในมุมหนึ่งๆ เท่านั้น หากเกินจากนี้เราจะพบว่าสีที่แสดงผลจะออกเพี้ยนๆ ไป เช่น สีฟ้าอาจกลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม เป็นต้น และยิ่งจอภาพ LCD มีค่าตอบสนองต่อการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว (Response Time) ได้เร็วเพียงใด มุมมองของจอภาพก็จะแสดงผลได้ไ้้อย่างตรงตามค่า Response Time ดังนั้น การเลือกใช้จอภาพ LCD จะเหมาะสมกับการทำงานด้านหน้าจอภาพมากกว่าที่จะทดแทนจอโทรทัศน์เพื่อใช้ชมภาพยนตร์หลายๆ คน

4. ปัญหาจุดเสียบนจอภาพ

จุดเสียบนจอภาพ หรือ Dead Pixel สามารถเกิดขึ้นได้กับจอภาพแบบ LCD ตลอดเวลา เพราะแต่ละจุดที่ใช้แสดงผลบนจอภาพ LCD ก็คือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุดที่มีทรานซิสเตอร์เป็นตัวควบคุมการเปิด/ปิดของแสง ถ้าเกิดว่ามีทรานซิสเตอร์ที่ตำแหน่งหนึ่งบนจอภาพเกิดเสียบนมาเพียง 1 ตัว นั้นหมายความว่า จะเกิดปัญหากับการแสดงผลที่จุดนั้นทันที จอภาพแบบสีจะต้องมีทรานซิสเตอร์ 3 ตัวในการควบคุมแสงทั้ง 3 สีต่อการแสดงผลเพียง 1 จุด

ดังนั้น ถ้าทรานซิสเตอร์สีแดงเกิดเสียบนมา เมื่อเราสั่งแสดงผลสีแดงเราจะพบจุดที่ทรานซิสเตอร์เสียนั้นเป็นสีดำมืด แต่ถ้าทรานซิสเตอร์ทั้ง 3 ตัวเกิดเสียบรรวมกันทั้งหมด จุดตรงนั้นก็จะเป็นสีดำตลอดกาล หรืออีกกรณีหนึ่งก็คือ เกิดการทำงานที่ผิดพลาดทำให้ทรานซิสเตอร์ทั้ง 3 ตัวเปิดให้แสงผ่านตลอดเวลา ก็จะทำให้จอภาพของเรามีจุดที่แสดงสีขาวตลอดเวลาไม่ว่าเราจะเปลี่ยนไปแสดงสีใดๆ ก็ตาม โดยตารางที่ 2.4 แสดงถึงมาตรฐาน ISO 13406-2 ซึ่งกำหนดจำนวนจุดพิทกเซลเสีย (Dead Pixel) ที่อนุญาตให้มีการเคลมได้สำหรับจอภาพแบบ LCD

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานในการขอเคลมจอภาพแบบ LCD เมื่อพบ Dead Pixel

ตำแหน่ง	มาตรฐานในการขอเคลมจอภาพแบบ LCD เมื่อพบ Dead Pixel			
	ISO 13406-2 Class I		ISO 13406-2 Class II	
บนจอภาพ	จอภาพขนาด 15 นิ้ว	เกิดจุดพิทกเซลเสีย 1 จุด	จอภาพขนาด 15 นิ้ว	จุดสว่างและมี 2 จุด หรือ จุดที่แสดงสีผิดพลาด 4 จุด.
	จอภาพขนาด 17 นิ้ว	เกิดจุดพิทกเซลเสีย 1 จุด	จอภาพขนาด 17 นิ้ว	จุดสว่างและมี 2 จุด หรือ จุดที่แสดงสีผิดพลาด 4 จุด
ขอบจอภาพ	เคลมได้		เคลมไม่ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	มาตรฐานในการขอเคลมจอภาพแบบ LCD เมื่อพบ Dead Pixel	
	ISO 13406-2 Class I	ISO 13406-2 Class II
กลาง จอภาพ	เคลมได้	เคลมไม่ได้

2.1.3 ความแตกต่างของจอภาพแบบ CRT และ LCD

ในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าจอภาพแบบ CRT และ LCD นั้นมีความแตกต่างกันอย่างไร จอภาพแบบไหนมีประสิทธิภาพในการแสดงผลมากกว่ากัน และมากกว่ากันทางด้านใดบ้าง เพราะจอภาพทั้งสองแบบนี้ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียที่ผู้ใช้ควรจะทราบก่อนที่จะเลือกซื้อเพื่อไปใช้งาน

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการแสดงผลของจอภาพแบบ CRT และ LCD

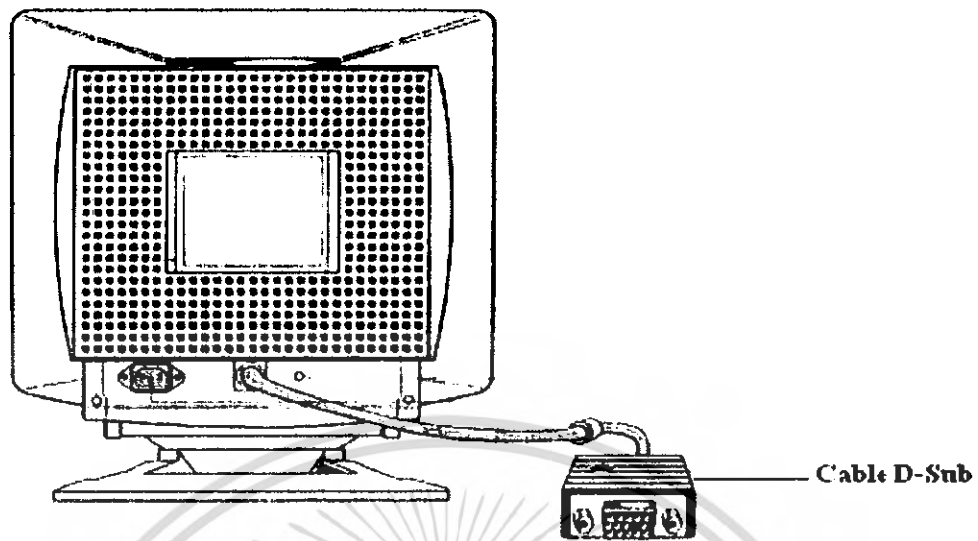
คุณสมบัติในการแสดงผล	จอภาพแบบ CRT	จอภาพแบบ LCD (TFT)
ความสว่าง	80 ถึง 120 cd/m ²	250 ถึง 300 cd/m ²
ค่าความต่างของสี	350 : 1 ถึง 700 : 1	350 : 1 ถึง 500 : 1
มุมมองในแนวนอน	มากกว่า 150 องศา	130 ถึง 160 องศา
มุมมองในแนวตั้ง	มากกว่า 120 องศา	120 ถึง 140 องศา
โฟกัสของภาพ	ดี	ดีมาก
ความผิดพลาดในการแสดงผล	มีบ้างเล็กน้อย	ไม่มี
ปัญหาจุดพิกเซลเสีย	ไม่มี	อนาล็อกและดิจิตอล
รูปแบบของสัญญาณที่นำเข้า	แบบอนาล็อก	อนาล็อกและดิจิตอล
การแสดงผลที่ความละเอียดต่างๆ กัน	ดีมาก	ทำได้ไม่ดีนัก
คุณภาพของสี	ดีมาก	ดี
การกระพริบของจอภาพ	ค่ารีเฟรชต่ำกว่า 85 Hz	ไม่มี
การแสดงผลภาพเคลื่อนไหว	แสดงผลได้ไม่จำกัด	ปานกลางจนถึงดี
อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า	60 ถึง 150 วัตต์	35 ถึง 50 วัตต์
ขนาดของจอภาพ	ใหญ่และหนักมาก	เบาและกระทัดรัด

2.2 หลักการทำงานจอมอนิเตอร์

2.2.1 ลักษณะของการส่งข้อมูลในรูปแบบของสายในวงจรมอนิเตอร์

วิธีการทั่วไปของการเชื่อมโยงระบบข้อมูลที่จะส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังมอนิเตอร์ โดยการส่งข้อมูลภาพนั้นจะต้องส่งข้อมูลผ่านตัวคอนเน็คเตอร์ที่เป็นดีซับ (D-Sub) ซึ่งขาใช้งานทั้งหมด 15 ขา ดังปรากฏในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การพ่วงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่จอมอนิเตอร์ใช้สายพ่วงผ่านสายเคเบิลของดีซับ

2.2.2 แสงสีและการมองเห็น

การมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่แวดล้อมอยู่รอบ ๆ ตัวเราได้ นั้น เนื่องจากมีแสงพุ่งออกมาจากสิ่งนั้นมาเข้าตาเรา หากว่าสิ่งนั้นไม่มีแสงในตัวเองต้องอาศัยแสงจากแหล่งกำเนิด เช่น แสงอาทิตย์ ไปกระทบสิ่งนั้นแล้ว สะท้อนมาเข้าตา จึงเกิดการมองเห็นได้ สำหรับสิ่งที่มีแสงในตัวเอง เช่น จอภาพจะสร้างแสงขึ้นมาเองแล้วส่งเข้าตาโดยตรง ภาพที่มองเห็นเป็นรูปแบบของแสงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นที่อยู่ในช่วง 380 ถึง 780 นาโนเมตร

2.2.3 การผสมสีแสง

แสงที่มองเห็นเป็นสิ่งต่าง ๆ นั้น มีความถี่หรือความยาวคลื่นไม่เท่ากัน การที่ตาเรามองเห็นสีนั้นก็คือเรามองเห็นแสงความถี่ต่าง ๆ กัน แสงจึงเป็นพื้นฐานของเรื่องสีในโทรทัศน์สี การสร้างภาพสีและการกำเนิดสัญญาณภาพสีอาศัยการผสมสีแสง โดยมีแม่สีแสงที่มีอยู่ตามสีคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน เรานิยมเขียนย่อ ๆ ดังนี้คือ สีแดง (red) เขียนว่า R สีเขียว (green) เขียนว่า G และสีน้ำเงิน (blue) เขียนว่า B การผสมสีแสงจากแม่สีทั้งสามจะเกิดการรวมตัวกันได้เป็นความถี่ที่เกิดจากผลรวมระหว่างแสงของแม่สีทั้งสองซึ่งมีความถี่ผิดไปจากเดิม ดังนั้นเมื่อแสงความถี่นี้พุ่งเข้าตา จึงทำให้ประสาทตาเกิดความถี่ที่มองเห็นเป็นสีอื่น การสร้างสีองค์ประกอบจากการผสมแม่สีจะ ได้ดังนี้

แดง + เขียว = เหลือง

เขียว + น้ำเงิน = ฟ้าซีด หรือเรียกว่า ไซอัน

แดง + น้ำเงิน = ม่วงอมแดง หรือที่เรียกว่า มาเจนต้า

แดง + เขียว + น้ำเงิน = ขาว

เราสามารถสร้างสีต่าง ๆ ได้มากมายโดยการผสมสีแม่สีทั้งสามคือ แดง เขียว น้ำเงิน โดยการปรับความเข้มหรือ ส่วนผสมแม่สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 คุณสมบัติของสี

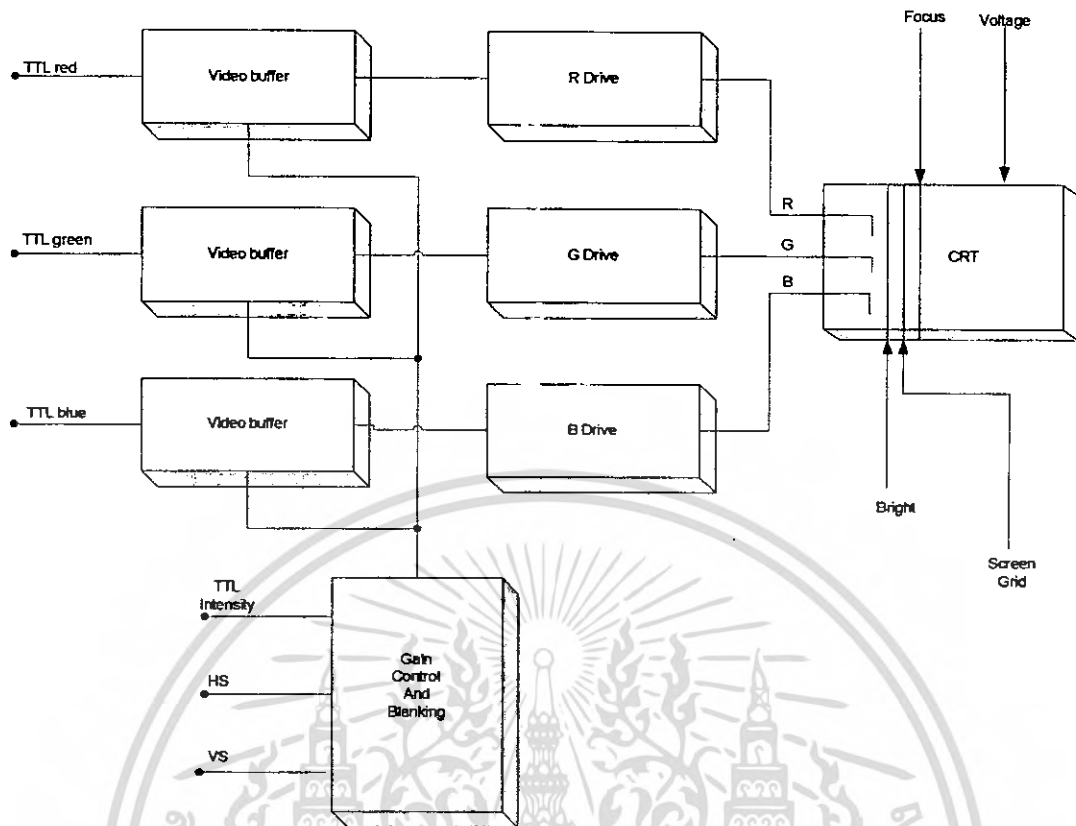
แสงสีมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

1. สีหรือว่าฮิว (hue) หมายถึงสิ่งที่ตาเรามองเห็นเช่น เมื่อเรามองเห็นวัตถุสีแดงเราก็จะรู้สึกว่าเป็นสีที่ร้อนหรือว่าฮิวเป็น สีแดง กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าฮิวกำหนดโดยความถี่ของแสงจากวัตถุที่ให้ความรู้สึกแก่ตาเรา
2. ความเข้มสี (saturation) สีที่เรามองเห็นนั้นจะมีความเข้มสีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมของแสงสีขาวเช่น สีแดงอ่อน หรือสีชมพูก็คือสีที่มีส่วนผสมของสีขาวอยู่
3. ความสว่าง (brightness) เป็นการวัดความสว่างของแสงที่ตาเรารู้สึกต่อสี เช่นตาเรารู้สึกว่าสีเหลืองสว่างกว่า สีแดงและสีน้ำเงิน

สรุปว่าแสงที่มีพลังงานเท่ากัน แต่มีความถี่ไม่เท่ากัน (คนละสี) ตาเรารู้สึกว่ามีความสว่างไม่เท่ากันแสดงว่าความสว่างขึ้นอยู่กับพลังงานของแสง (photo energy) ส่วนสีที่เข้มขึ้นอยู่กับความถี่ของแสง สำหรับความเข้มของสีขึ้นอยู่กับว่าแสงนั้นมีส่วนผสมของสีขาวอยู่มากหรือน้อยเพียงใด

2.2.5 การสร้างภาพสีของจอมอนิเตอร์

การสร้างภาพสีของจอมอนิเตอร์เกิดขึ้นได้โดยการใช้หลอดภาพสีที่มีโครงสร้างภายนอกเหมือนกับของหลอดภาพขาวดำ แต่ด้านในของจอภาพจะฉาบเอาไว้ด้วยสารฟอสเฟอร์ 3 ชนิดที่มีคุณสมบัติเปล่งแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินออกมาเมื่อถูกตำอิเล็กตรอนวิ่งมาชน ลักษณะการฉาบสารฟอสเฟอร์จะใช้วิธีการฉาบเป็นจุดหรือเป็นเส้นที่เล็กมากเรียงสลับกันไปจนเต็มจอหน้าจอ เนื่องจากสารฟอสเฟอร์มี 3 ชนิด ดังนั้นจึงต้องใช้อิเล็กตรอนกันถึงสามอันเพื่อแยกยิงตำอิเล็กตรอนแต่ละลำให้ไปชนสารฟอสเฟอร์แต่ละสี โดยจะตั้งอิเล็กตรอนกันแต่ละอันให้ยิงไปชนแต่ละสีหนึ่งสีใดโดยเฉพาะ เช่นอิเล็กตรอนกันที่ยิงตำอิเล็กตรอนกันไปชนเฉพาะสารฟอสเฟอร์สีแดงจะทำการสร้างแต่สีแดงเท่านั้นให้ปรากฏออกมาหน้าจอภาพทุกครั้งที่ยิงอิเล็กตรอนกันอันนี้ทำงานจึงเรียกว่าอิเล็กตรอนกันสีแดง ส่วนอิเล็กตรอนกันที่เหลืออีก 2 อัน ซึ่งตั้งยิงตำอิเล็กตรอนไปชนสารฟอสเฟอร์สีเขียวและสีน้ำเงิน เพื่อสร้างสีเขียวและสีน้ำเงินให้เกิดขึ้นที่หน้าจอเราเรียกว่า อิเล็กตรอนกันสีเขียว และอิเล็กตรอนกันสีน้ำเงินหลอดภาพของจอมอนิเตอร์ ก็จะสร้างแสงให้เกิดขึ้นที่หน้าจอโดยมีวงจรไบอัสจ่ายแรงดันให้กับชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายในอิเล็กตรอนกันทั้ง 3 เพื่อให้ยิงตำอิเล็กตรอนไปชนจอ โดยปรับระดับไบอัสเพื่อทำให้ปริมาณอิเล็กตรอนทั้ง 3 ที่ยิงไปชนจอพร้อม ๆ กันนั้น สร้างแสงขาวให้ปรากฏขึ้นที่หน้าจอ โดยมีความสว่าง 50% ขณะที่ยังไม่มีส่วนผสมปนเข้ามายังอิเล็กตรอนกัน ลำอิเล็กตรอนทั้งสามจะถูกเบี่ยงเบนโดยสนามแม่เหล็กจากขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อให้เกิดการกราดสร้างแสงขึ้นเต็มจอ สัญญาณที่ส่งมาที่ยิงอิเล็กตรอนกันทั้งสามต้องมีสัญญาณเช่นกัน คือ สัญญาณสีแดงส่งไปให้อิเล็กตรอนกันแดงเพื่อให้เกิดการสร้างแสงสีแดง และสัญญาณสีเขียวกับสีน้ำเงินส่งไปให้อิเล็กตรอนกันสีเขียวกับอิเล็กตรอนกันสีน้ำเงิน



รูปที่ 2.9 การป้อนสัญญาณขั้วจอมอนิเตอร์

เพื่อสร้างแสงสีเขียวและสีน้ำเงิน สัญญาณทั้ง 3 จะป้อนเข้าไปเพื่อทำให้อิเล็กตรอนในแต่ละอันเปลี่ยนแปลงปริมาณของลำอิเล็กตรอนที่ยิงไปจนจบ เป็นการสร้างสีต่าง ๆ ให้เกิดบนจอตามต้องการ เช่นเมื่อส่วนของสัญญาณที่ส่งมาเป็นสีแดงอิเล็กตรอนที่สีแดงจะได้รับสัญญาณเพื่อเพิ่มปริมาณอิเล็กตรอนที่ยิงไปจนสารฟอสเฟอร์สีแดงมากขึ้นจึงเกิดการเปล่งแสงเป็นสีแดง โดยอิเล็กตรอนที่ 2 อันที่เหลือจะถูกทำให้เกิดคัทออฟถ้าส่วนของภาพเป็นสีไซอันก็จะมีสัญญาณสีเขียวและสีน้ำเงินป้อนให้อิเล็กตรอนที่สีแดงและสีน้ำเงินเพื่อทำให้เพิ่มปริมาณอิเล็กตรอนที่ยิงไปจนสารฟอสเฟอร์ที่หน้าจอทำให้เกิดการเปล่งแสงสีเขียวและสีน้ำเงินออกมาพร้อม ๆ กันซึ่งทำให้เกิดผลรวมเป็นสีไซอัน โดยอิเล็กตรอนที่สีแดงจะทำให้คัทออฟในจังหวะนั้นสำหรับการสร้างภาพขาวดำนั้นหลอดภาพจะได้รับสัญญาณพร้อมกันทั้ง 3 สัญญาณ ทำให้อิเล็กตรอนทั้งสามเปลี่ยนแปลงลำอิเล็กตรอนที่ยิงไปจนจบอย่างเป็นสัดส่วนต่อกันจึงเกิดการสร้างส่วนของภาพที่เป็น สีขาว เทาอ่อน เทาแก่ตามลำดับ และค่า ที่หน้าจอเราเรียกสัญญาณขาวดำว่า สัญญาณลูมิแนนซ์ (luminance) หรือเรียกย่อ ๆ ว่าสัญญาณขาว (Y) คือสัญญาณความสว่าง วิธีการสร้างสัญญาณ Y ก็คือการนำสัญญาณ R, G, B มารวมกันทางไฟฟ้าตามสัดส่วนรู้สึกสว่างเทียบกับแสงสีขาว ดังสมการต่อไปนี้

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

สำหรับสีขาว มีส่วนผสมแม่สีคือ $R = 1, B = 1, G = 1$ แทนในสมการจะได้

$$Y = 0.3 + 0.59 + 0.11$$

$$Y = 1 \text{ ได้สีขาวสว่าง } 100\%$$

สำหรับสีแดง มีส่วนผสมของแม่สีคือ $R = 1, G = 0, B = 0$ แทนในสมการจะได้

$Y = 0.3$ ได้สีแดงความสว่าง 30% สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสีเขียว มีส่วนผสมแม่สีคือ $R = 0, G = 1, B = 0$ แทนในสมการจะได้

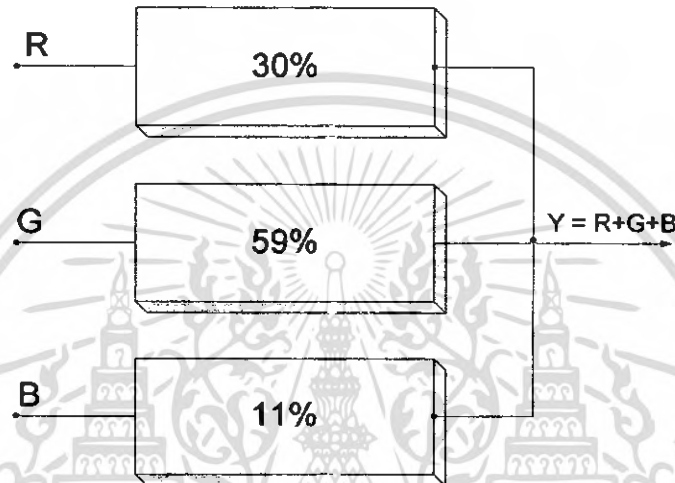
$Y = 0.59$ ได้สีเขียวความสว่าง 59%

สำหรับสีน้ำเงิน มีส่วนผสมแม่สีคือ $R = 0, G = 0, B = 1$ แทนในสมการจะได้

$Y = 0.11$ ได้สีน้ำเงินความสว่าง 11%

เราสามารถสร้างสัญญาณ Y ได้จากสัญญาณ R, G, B โดยใช้ตัวต้านทานลดระดับแรงดันของสัญญาณทั้ง 3 ให้ได้ขนาดความแรงของสัญญาณเป็นสัดส่วนตามสมการที่กล่าวมาแล้วคือ

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



รูปที่ 2.10 การสร้างสัญญาณลูมิแนนซ์

2.2.6 การสแกน

การสแกนคือการนำเอาสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปของของสัญญาณไฟฟ้าเข้ามาเรียงกันให้เกิดเป็นภาพโดยการกวาดเป็นเส้นภาพทีละหน้าจอดีโดยตัวที่มีหน้าที่สำคัญคือหลอดภาพ หลอดภาพมีโครงสร้างคล้ายกับกับหลอดสูญญากาศทั่ว ๆ ไปที่ปล่อยอิเล็กตรอนมาจาก คาโทด แล้วมีการยิงลำอิเล็กตรอนให้วิ่งเป็นลำกระทบเข้ากับหน้าจอหรือ อาโนด การสแกนมี 2 วิธีคือ การสแกนแบบเดินหน้า (progressive scanning) กับ การสแกนแบบสลับเส้น (interlaced scanning) การที่จะทำให้การสแกนมีความต่อเนื่องขององค์ประกอบภาพต้องคำนึงถึงหลัก 3 ประการ คือ

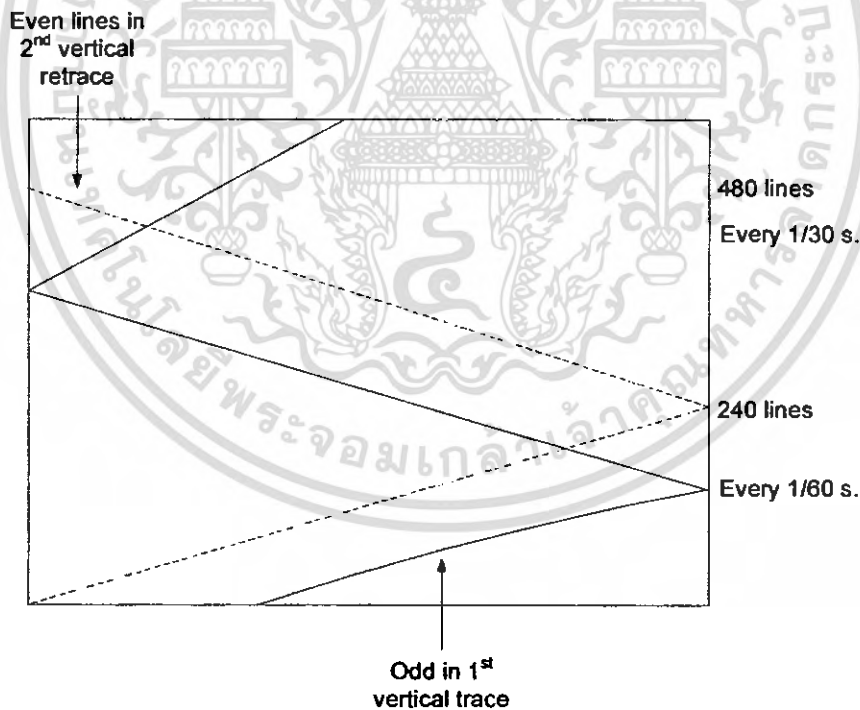
1. ลำอิเล็กตรอนที่กวาดไปทางแนวนอน (horizontal scanning) ในแต่ละครั้งจะต้องครอบคลุมองค์ประกอบภาพทั้งหมดของเส้นนั้น
2. ในแต่ละเส้นของการสแกนลำอิเล็กตรอน ถ้าแสงต้องกวาดกลับด้วยความเร็วสูงไปยังด้านซ้ายเพื่อเริ่มการสแกนในลำดับต่อไป เวลาของการสลับกลับเราเรียกว่ารีเทรซ (retrace) หรือฟลายแบ็ค (flyback) ในกรณีดังกล่าวจะต้องไม่มีข้อมูลภาพใด ๆ เพราะหลอดภาพจะเกิดการเบลนค์เอาต์ (blank out) ในขณะนั้น
3. ในขณะที่เส้นสแกนสลับกลับมาเพื่อเริ่มต้นทางซ้ายใหม่ตำแหน่งทางแนวตั้งต้องต่ำกว่าตำแหน่งเดิมเพื่อให้การสแกนเส้นต่อไปไม่ทับกัน ทั้งนี้โดยการควบคุมทางแนวตั้ง (vertical scanning)

การสแกนที่ใช้ในจอมอนิเตอร์ต้องใช้เวลาเรียงภาพ 30 ถึง 60 ภาพต่อวินาทีจึงจะเกิดเป็นภาพที่ต่อเนื่องแต่ก็ยังมีอาการกระพริบ (flicker) เนื่องจากว่าการสแกนเริ่มจากขอบบนลงมาด้านล่างแสงทางด้านบนเริ่มมีลดลงกว่าด้านล่างจึงมองเห็นว่ามีกระพริบ และเวลาที่ลำแสงการสแกนวกกลับ ไปด้านบนด้านล่างก็เกิดปัญหาเช่นเดียวกับความรู้สึกต่อ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

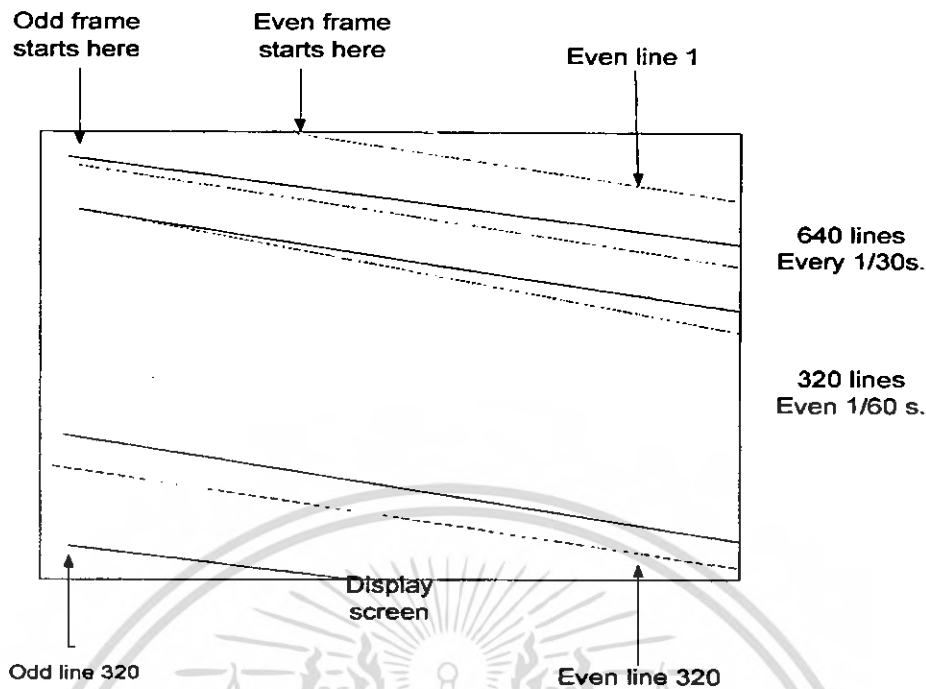
กรณีนี้ก็เกิดแสงกระพริบหรือวูบวาบขึ้นซึ่งจะเกิดขึ้นในการสแกนแบบเดินหน้า (progressive scanning) ซึ่งเป็นการสแกนพื้นฐาน เพื่อแก้ปัญหาการกระพริบจึงต้องใช้การสแกนสลับเส้นหรือการสแกนแบบสอดแทรก (interlaced scanning) โดยครั้งแรกจะสแกนที่ฟิลด์คี่ (odd line trace) และครั้งต่อไปจะสแกนแบบฟิลด์คู่ (even line trace) เป็นการสแกนแบบเส้นเว้นเส้น หมายความว่าภาพที่จะได้ภาพ 1 ภาพหรือ 1 เฟรมต้องใช้การสแกนแนวตั้ง 2 ครั้งหรือ 2 ฟิลด์ (field) มาตรฐานของจอ VGA จะใช้เส้นสแกน 320 เส้นทางแนวนอนและ 240 เส้นทางแนวตั้งเริ่มต้นการสแกนสมมติว่าจากเส้นสแกนที่ทางแนวนอน โดยเริ่มจากทางซ้ายแล้วกวาดไปทางขวานับเป็นเส้นสแกนที่ 1 แล้วจึงสแกนเส้นที่ 3, 5, 7, 9 และต่อไปจนได้เส้นสแกนครบ 320 เส้นดังแสดงรูปที่ 2.11 (ในส่วนที่เป็นเส้นทึบ)

ที่จุดสิ้นสุดการสแกนเส้นที่ทางแนวนอนนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นการสแกนทางแนวตั้งของฟิลด์คี่ซึ่งเราเรียกว่าการสแกนทางแนวตั้งว่า เวิร์ตคอลลีเทรซ (vertical retrace) หรือสัญญาณฟลายแบ็ค (flyback) เพื่อคืนกลับไปยังด้านบนของจอภาพในตำแหน่งนี้เพื่อให้เริ่มต้นการสแกนเส้นคู่ต่อไปที่กล่าวมาทั้งหมดคือการสแกนในหนึ่งฟิลด์ แสดงในรูปที่ 2.11 (ในส่วนที่เป็นเส้นทึบ) เวลาของการรีเทรซ (retrace time) ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งเป็นเวลาสั้น ๆ ถึงอย่างไรก็ตามเราไม่ต้องการให้เส้นสแกนของช่วงที่เป็นการสลับกลับเข้ามาครบจนให้เกิดภาพในส่วนนี้จึงต้องทำการลบเส้นสลับกลับเวลาของการรีเทรซจะใช้เวลาประมาณ 10 – 16 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งหมดในการสแกน การสแกนของเส้นคู่ก็เป็นในทำนองเดียวกันต่างกันที่จุดเริ่มต้นเท่านั้น โดยจะเริ่มที่จุดสุดท้ายของขั้นตอนก่อนหน้า และก็จะสลับกันเป็นเช่นนี้เรื่อยไป



รูปที่ 2.11 การสแกนทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การสแกนทางแนวตั้ง

2.3 โครงสร้างของกราฟิกการ์ด

1. กราฟิกชิป (Graphic Chip) ถือเป็นหัวใจหลักของกราฟิกการ์ด ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลทางด้านกราฟิก ที่ต้องมีการคำนวณมากมาย ก่อนที่จะนำออกแสดงยังจอภาพ โดยเฉพาะถ้าเป็นกราฟิกการ์ด 3 มิติ ในเกมยุคใหม่ ๆ ที่มักต้องการความเหมือนจริงทั้งภาพและการเคลื่อนไหว ก็ยังต้องใช้ความสามารถในการคำนวณมาก
2. วิดีโอแรม (Video RAM) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพก่อนนำแสดงออกสู่จอภาพ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้ถูกประมวลผลเรียบร้อยแล้ว สำหรับขนาดของวิดีโอแรมของการ์ดรุ่นเก่าจะมีเพียง 1-4 เมกกะไบต์แต่สำหรับการ์ดในปัจจุบันจะมีมากกว่า 4 เมกกะไบต์ เพื่อรองรับงานกราฟิกที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยจะพบว่าการ์ดในปัจจุบันจะมีวิดีโอแรมตั้งแต่ 8-64 เมกกะไบต์
3. ชิปไบออส (BIOS Chip) จะมีหน้าที่คล้ายๆ กับชิปไบออสของเมนบอร์ดคือควบคุมการทำงานเบื้องต้น และคอยตรวจสอบความผิดปกติต่างๆ ของการ์ดแสดงผล และเก็บข้อมูลที่จำเป็นของกราฟิกการ์ด
4. แรมแดค (RAMDAC) ทำหน้าที่ควบคุมการแปลงสัญญาณภาพ โดยจะทำการแปลงสัญญาณที่เป็นแบบ Digital ให้เป็นสัญญาณแบบ Analog เพื่อส่งไปยังจอภาพเพื่อทำการแสดงผลต่อไป
5. บัสอินเตอร์เฟส (Bus Interface) เป็นส่วนที่ใช้ติดตั้งเข้ากับสล๊อตของเมนบอร์ดเพื่อเชื่อมทางเดินของข้อมูลจากการ์ดไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งมาตรฐานการเชื่อมต่อผ่านสล๊อตแบบ AGP เป็นมาตรฐานใหม่ที่ทำงานได้เร็วกว่าสล๊อตแบบเดิมคือ PCI
6. ช่องเชื่อมต่อจอภาพ (VGA Connector) เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับจอภาพเพื่อส่งสัญญาณภาพออกไปสู่จอภาพ

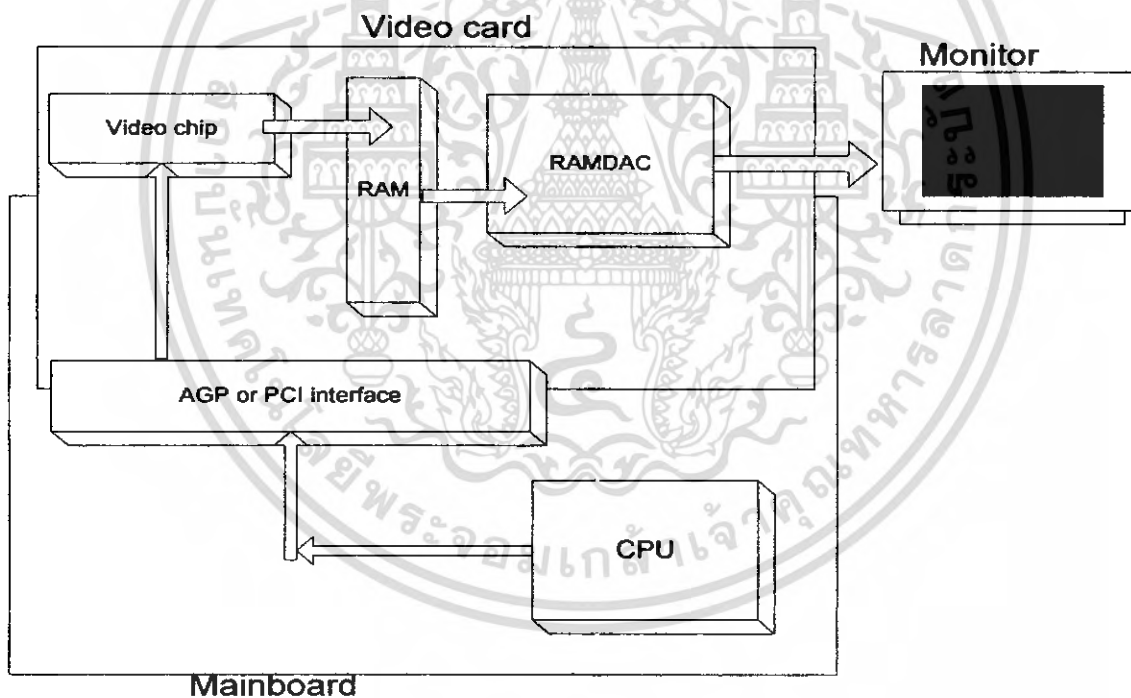
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ เป็นช่องเชื่อมต่อพิเศษที่เพิ่มเข้ามาสำหรับการ์ดบางรุ่น ซึ่งการ์ดแต่ละตัวจะมีจำนวนช่องไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับรุ่นของการ์ด เช่น Video In/Out และ DVI เป็นต้น

2.3.1 การ์ดแสดงผลนำภาพออกสู่จอได้อย่างไร

ในการทำงานกับคอมพิวเตอร์นั้น การแสดงผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้รู้ว่าคอมพิวเตอร์กำลังทำงานอะไรอยู่ โดยจะแสดงผลออกมาสู่จอภาพซึ่งส่วนประกอบหลักที่ใช้ทำงานในส่วนของการแสดงผลในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นคือกราฟิกการ์ดนั่นเอง

1. เริ่มจาก CPU ประมวลผลข้อมูลหลักและเริ่มกระจายงาน ไปสู่ส่วนต่างๆ
2. ข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงผลก็ถูกส่งไปยังกราฟิกการ์ด โดยผ่านช่อง AGP หรือ PCI
3. จากนั้นการ์ดแสดงผลก็จัดการประมวลผล โดยใช้ Video Chip
4. หลังจากการประมวลผลเสร็จ ก็จะส่งข้อมูลให้กับแรมบนกราฟิกการ์ด
5. ต่อมาข้อมูลก็จะถูกส่งให้แรมแคช (RAMDAC) เพื่อทำการแปลงสัญญาณที่อยู่ในรูปดิจิทัลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก
6. สุดท้ายก็นำสัญญาณที่ได้ส่งไปแสดงผลยังจอภาพ เมื่อจอภาพได้รับสัญญาณก็จะแสดงผลที่จอ



รูปที่ 2.13 แสดงกระบวนการนำภาพออกสู่จอภาพ

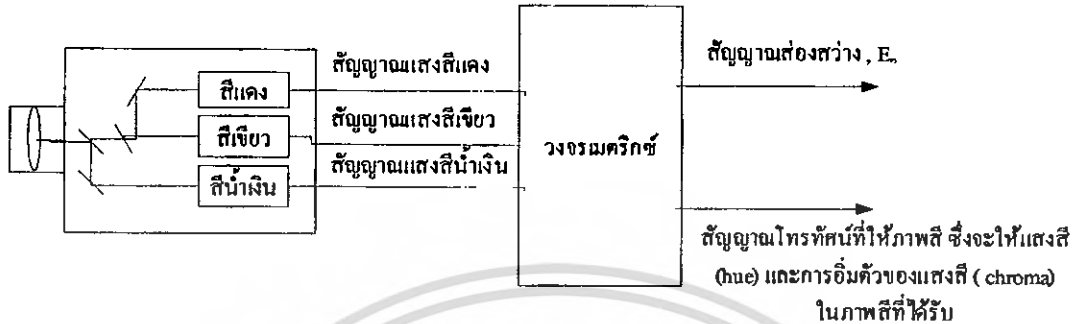
2.4 สัญญาณโทรทัศน์

ความต้องการ ในเรื่องการให้บริการ โทรทัศน์สีในเขตบริการที่มีเครื่องรับ โทรทัศน์ ขาวดำอยู่ด้วย มีอยู่ด้วยกันสามประการ ประการแรกคือ เรื่องของ compatibility กับ reverser compatibility ประการที่สอง คือ สัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งออกอากาศ จะต้องประกอบด้วยส่วนที่เป็นสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) กับส่วนที่เป็นสัญญาณโทรทัศน์สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนำหอสมดุคกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) จะต้องมีขอบเขตอยู่ในความถี่เดียวกับกับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) ในทางปฏิบัติ กล้องโทรทัศน์สีจะช่วยเหลือทำให้เกิดสัญญาณแสง สีแดง-แสงสีเขียว-แสงสีน้ำเงิน ขึ้น ซึ่งหากจะทำการส่งสัญญาณแสงสีเหล่านี้ มาผสมกันในวงจรพิเศษ ซึ่งเรียกว่าวงจรเมตริกซ์(matrix) เพื่อทำให้เกิดเป็นสัญญาณ



รูปที่ 2.14 สัญญาณที่ได้จากกล้องโทรทัศน์สี

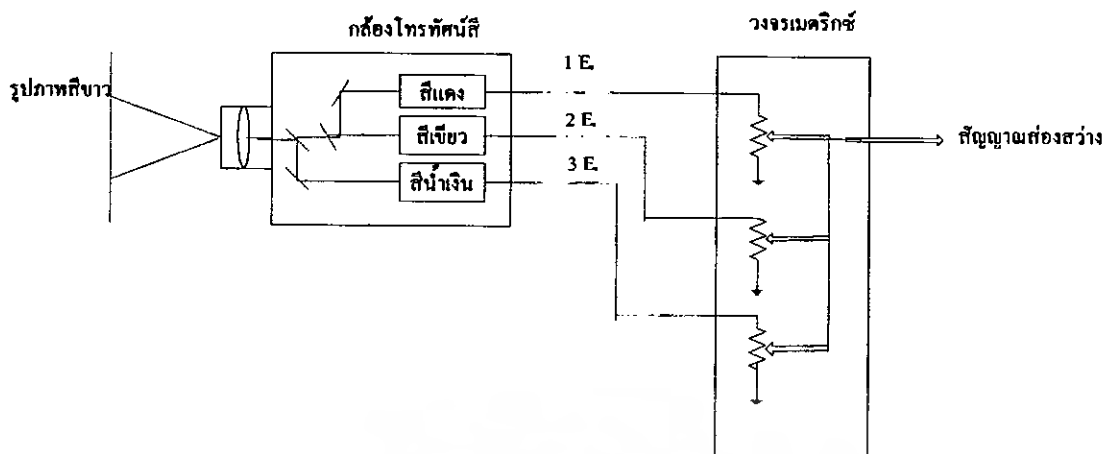
ใหม่สองสัญญาณ คือ สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณโทรทัศน์ภาพสี ตามที่ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2.14 เมื่อสถานีโทรทัศน์สีส่งสัญญาณต่างๆ เหล่านี้ออกอากาศ เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำก็จะรับแต่เฉพาะสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือส่วนที่เป็นสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) ส่วนเครื่องรับโทรทัศน์สี ก็จะรับสัญญาณโทรทัศน์ทั้งหมด แล้วทำให้เกิดเป็นภาพสีขึ้นที่จอหลอดภาพต่อไป

กล่าวโดยสรุป สถานีโทรทัศน์สีจะต้องส่งสัญญาณต่างๆ ออกอากาศไปให้เครื่องรับโทรทัศน์เพื่อทำให้เกิดภาพสีขึ้นที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สี และภาพขาวดำที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ ดังต่อไปนี้

- สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal)
- สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal)
- สัญญาณซิงค์,แบล็งค์กึ่ง และอีควอลไลซิง (synchronizing, blanking, and equalizing signal)
- สัญญาณซิงค์ของภาพสี (color sync signal)

เหตุผลและความจำเป็นในการที่ส่งต้องส่งสัญญาณต่างๆ เหล่านี้มีดังต่อไปนี้

(ก) สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) สัญญาณนี้ คือสัญญาณภาพ (video signal or brightness signal) ในเรื่องของโทรทัศน์ขาวดำนั่นเอง กล้องโทรทัศน์สีในท้องส่งโทรทัศน์ จะช่วยทำให้เกิดสัญญาณแสงสีแดง-แสงสีเขียว-แสงสีน้ำเงิน ขึ้น ซึ่งเราอาจใช้สัญลักษณ์ E_r, E_g, E_b แทนค่าสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นโวลท์ที่ได้จากหลอดสีแดง-หลอดเขียว-หลอดน้ำเงิน ตามลำดับ



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ส่องสว่าง

สัญญาณแสงสีทั้งสามนี้ จะผ่านวงจรพิเศษ เรียกว่า วงจรเมตริกซ์(matrix) ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.15 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณส่องสว่าง (brightness or video signal ,or luminance signal) E_y โดยมีส่วนผสมของแสงสีทั้งสามในอัตราส่วนที่แน่นอน ดังต่อไปนี้

$$E_y = 0.299E_r + 0.587E_g + 0.114E_b$$

(ข) สัญญาณโทรทัศน์ให้ภาพสี (chrominance signal) สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่เครื่องส่งโทรทัศน์ได้ทำการส่งไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ เพื่อช่วยเหลือทำให้เกิดภาพสีขึ้นทางจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สัญญาณนี้จะขึ้นอยู่กับระบบของโทรทัศน์ ซึ่งมียุคสามระบบคือ โทรทัศน์ระบบ NTSC โทรทัศน์ระบบ PAL และโทรทัศน์ระบบ SECAM สัญญาณโทรทัศน์ให้ภาพสีในโทรทัศน์ระบบ NTSC จะประกอบด้วยสัญญาณสีสองสัญญาณที่รวมกันอยู่ในรูปของ amplitude-modulated signal suppressed carrier โดยจะต้องทำให้มุมระหว่างคลื่นพาห์ทั้งสองต่างกันเก้าสิบองศา สัญญาณสีทั้งสองสัญญาณนี้ เครื่องรับโทรทัศน์จะมีวงจรพิเศษแยกออกมาเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมเรื่องแสงสี (hue) และการอิ่มตัวของแสง (saturation) ของภาพสีที่ปรากฏบนจอภาพ สัญญาณโทรทัศน์ให้ภาพสีนี้จะใช้คลื่นพาห์ของสัญญาณ หรือคลื่นพาห์ซับแคเรียร์ (color subcarrier) ที่ความถี่ 3.58 MHz และจะต้องรวมกันกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) เพื่อใช้คลื่นพาห์ ของเครื่องส่งโทรทัศน์สีนำออกอากาศเพื่อส่งต่อไปให้ถึงเครื่องรับโทรทัศน์ วิธีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ให้ภาพสีรวมไปกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง โดยการ ใช้คลื่นพาห์ของสัญญาณสีนี้เป็นวิธีการพิเศษในทางไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า multiplex transmission

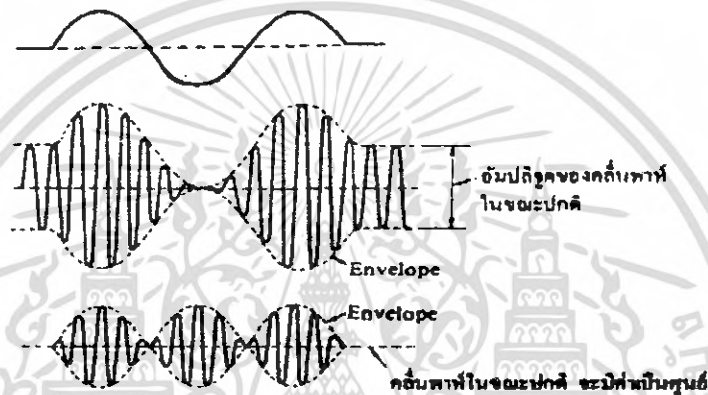
(ค) สัญญาณซิงค์ แบบลิ่งคิง และอีควอลไลซิง (synchronization, blanking, and equalizing signals) สัญญาณดังกล่าวนี้ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับสัญญาณซิงค์ สัญญาณแบบลิ่งคิง และสัญญาณอีควอลไลซิง ในเรื่องของโทรทัศน์ขาวดำทุกประการ

(ง) สัญญาณซิงค์ของภาพสี (color sync signal) เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์ให้ภาพสี ตามข้อ (ข) อยู่ในรูปของ amplitude-modulated signal (suppressed carrier) ตามที่แสดงไว้ในรูป 2.16 ซึ่งเมื่อเครื่องรับโทรทัศน์ได้รับได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จำเป็นต้องใช้คลื่นพาห้ของภาพสี หรือคลื่นเลอร์ซับแคเรียร์ (color subcarrier) ที่เหมือนกันกับที่ใช้ในเครื่องส่งโทรทัศน์ด้วย ฉะนั้น เครื่องรับโทรทัศน์สีจึงจำเป็นต้องมีวงจรผลิตคลื่นพาห้ของภาพสี หรือคลื่นเลอร์ซับแคเรียร์ที่ต้องการขึ้น เพื่อทำให้คลื่นพาห้ของภาพสี หรือคลื่นเลอร์ซับแคเรียร์ ที่ใช้ในด้านเครื่องส่งโทรทัศน์กับด้านเครื่องรับโทรทัศน์ มีความถี่และเฟส (phase angle) ที่ถูกต้องตรงกัน เครื่องส่งโทรทัศน์จึงจำเป็นต้องส่งสัญญาณซิงค์ของภาพสี (color sync signal) ไปให้เครื่องรับโทรทัศน์โดยส่งไปในส่วนของ back porch ของซิงค์พัลส์ทางแนวนอน ซึ่งเรียกสัญญาณซิงค์ของภาพสีนี้ว่า คลื่นเลอร์เบิสต์ (color burst)

ความแตกต่างของโทรทัศน์ระบบต่างๆ อยู่ที่วิธีการและวงจรในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีรวมไปกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่างเท่านั้น

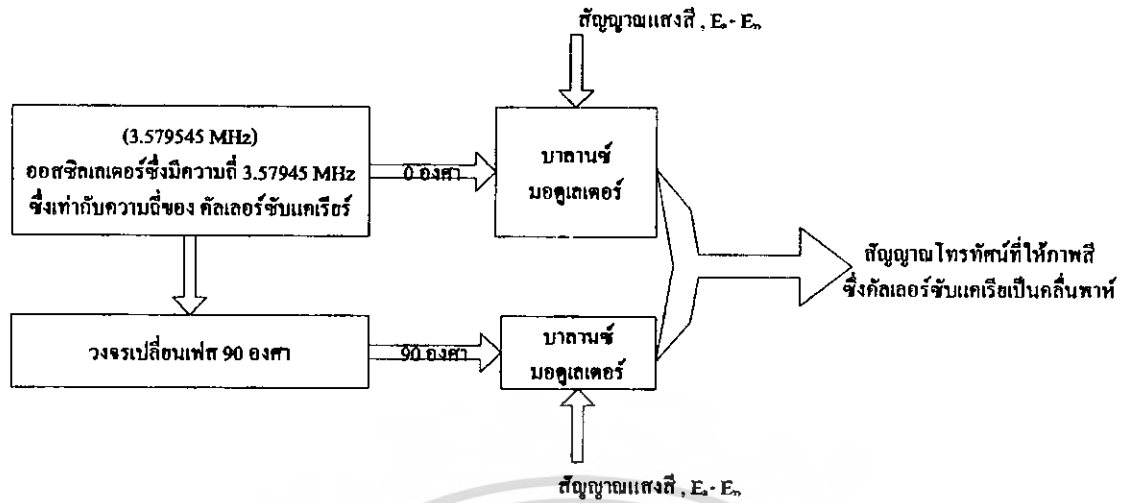


รูปที่ 2.16 รูปร่างของสัญญาณที่ได้จากการมอดูเลตแบบ AM โดยปราศจากสัญญาณคลื่นพาห้ (suppress carrier amplitude modulation)

2.4.1 โทรทัศน์สีระบบ NTSC (NTSC color TV system)

โทรทัศน์สีระบบแรกของโลก คือโทรทัศน์สีระบบอเมริกัน NTSC ซึ่งเป็นโทรทัศน์สีของสหรัฐอเมริกา และต่อมาก็ได้แพร่หลายไปในอีกหลายประเทศที่ใช้โทรทัศน์ระบบอเมริกัน 525 เส้น ต่อภาพ 30 ภาพ ต่อวินาที หลักการของการส่งโทรทัศน์ระบบนี้ ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2.17 โดยกล้องโทรทัศน์สีจะทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าจากแสงสีแดง-แสงสีเขียว-แสงสีน้ำเงิน มีขนาด E_r, E_g, E_b ตามลำดับ แสงสีทั้งสามนี้ จะผสมกันในวงจรพิเศษที่เรียกว่า วงจรเมตริกซ์ (matrix circuit) การบวกกลม ผสมสีทางไฟฟ้าของแสงสีแดง-แสงสีเขียว-แสงสีน้ำเงิน เหล่านี้จะทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) E_y กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) สองสัญญาณ คือ inphase color signal voltage E_I และ quadrature-phase color signal voltage E_Q โดยมี ส่วนผสมของแสงทั้ง 3 สีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การมอดูเลตสัญญาณแสงสีในโทรทัศน์ระบบ NTSC

Luminance signal

$$E_Y = 0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B$$

Inphase color signal voltage

$$E_1 = 0.74(E_R - E_Y) - 0.27(E_B - E_Y)$$

$$= 0.60E_R - 0.28E_G - 0.32E_B$$

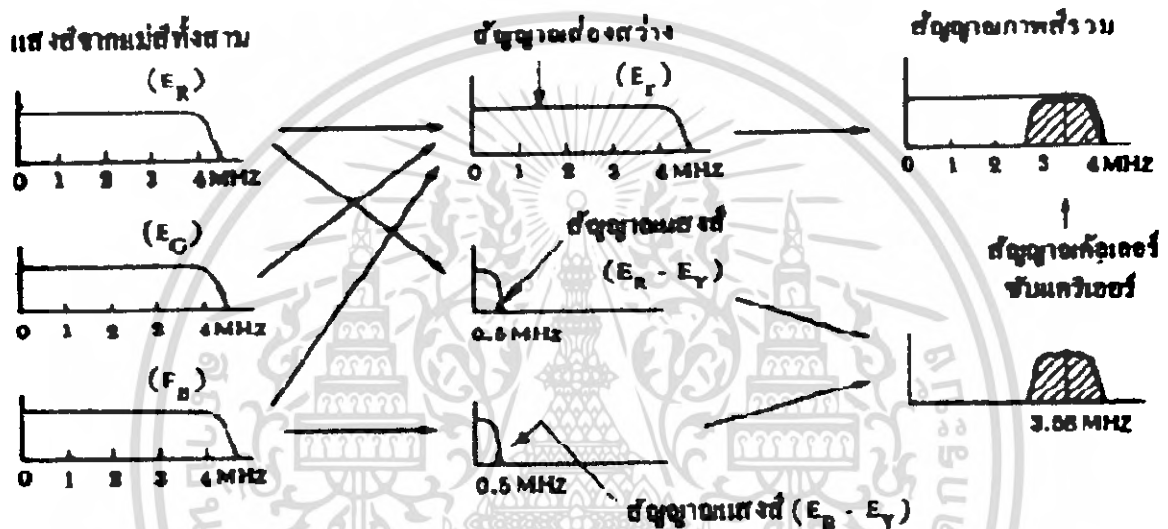
Quadrature-phase color signal voltage

$$E_Q = 0.48(E_R - E_Y) + 0.41(E_B - E_Y)$$

$$= 0.21E_R - 0.52E_G + 0.31E_B$$

เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นในการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเหล่านี้ จากเครื่องส่งโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ จึงใช้วิธีการ double modulation AM-AM กล่าวคือ สัญญาณภาพสีทั้งสองสัญญาณจะมีคลื่นพาห้ของตัวเองโดยเฉพาะ เรียกว่า คัลเลอร์ซับแคเรียร์ (color subcarrier) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_1 กับ E_Q จะผ่านเข้าไปยัง encoder ซึ่งมี balanced modulator อยู่สองชุด แต่ละชุดจะมีคัลเลอร์ซับแคเรียร์ (color subcarrier) ซึ่งมีความถี่เดียวกัน แต่มีเฟส (phase angle) ต่างกันอยู่เก้าสิบองศา ผลลัพธ์ที่ได้จาก balanced modulator ทั้งสองนี้ ก็คือ สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีทางไฟฟ้าสองชุดซึ่งแต่ละชุดจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated suppressed-carrier double-sidebands ตามที่แสดงไว้ในรูป 2.18 สัญญาณเหล่านี้ จะนำไปรวมกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสว่างกับสัญญาณอื่นๆก่อน แล้วจึงจะใช้คลื่นพาห้ในเครื่องส่งโทรทัศน์นำออกอากาศในวิธีการของ amplitude modulation ตามที่ได้แสดงไว้แล้วในรูป 2.18 สัญญาณที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated double-sidebands ซึ่งกว้างประมาณข้างละ 4 MHz แต่การนำผ่านวงจร vestigial sideband filter จะช่วยลดไซด์แบนด์วิธทั้งสิ้น (lower sideband) ลงบ้าง และจะส่งไซด์แบนด์ด้านสูง (upper sideband) เต็มที่ซึ่งเท่ากับแบนด์วิธทั้งสิ้น (overall RF bandwidth) ประมาณ 6 MHz ซึ่งเท่ากับแบนด์วิธของช่องโทรทัศน์ขาวดำในระบบอเมริกันพอดี สำหรับแบนด์วิธของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_1 กับ E_Q นั้น ผลของการทดลองได้พบว่า สายตาของคนเรา จะสังเกตเห็นเอกลีลาเป็นเอกลีลาที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดไหนไปขอประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงในเรื่องรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่างได้ง่ายและคิดว่าการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี โดยเฉพาะในส่วนประกอบเล็กๆ ของภาพบนจอโทรทัศน์ ไม่จำเป็นต้องทำให้รายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีมีมากเท่ากับรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง ฉะนั้น โทรทัศน์ระบบ NTSC จึงกำหนดให้สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง มีรายละเอียดได้กว้างเต็มที่ประมาณ 4.2 MHz ส่วนสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_r ซึ่งแสดงลักษณะคุณสมบัติของแสงสีเขียวน้ำเงิน (cyan) หรือแสงสีส้ม (orange color) จะมีรายละเอียดได้กว้างประมาณ 1.5 MHz กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_g ซึ่งแสดงลักษณะคุณสมบัติของแสงสีม่วง (purple) หรือแสงสีเขียว (green) นั้น สามารถกำหนดให้มีรายละเอียดได้เพียงประมาณ 0.5 MHz ก็เป็นการเพียงพอแล้ว



รูปที่ 2.18 สัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีของ โทรทัศน์ระบบ NTSC

2.4.2 โทรทัศน์ระบบ PAL (PAL color TV system)

ระบบ PAL จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับระบบ NTSC แต่ได้รับการเสริมแต่งแก้ไขให้มีความแตกต่างอยู่หลายอย่าง เรื่องที่สำคัญก็คือได้รับการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความผิดเพี้ยนทางเฟสและแอมพลิจูด (phase and amplitude) โดยปกติการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่และแอมพลิจูดแตกต่างกัน ผ่านวงจรขยายสัญญาณหรือวงจรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จะทำให้ต้องใช้เวลาานมากน้อยและมีการขยายมากน้อยแตกต่างกันออกไปตามแต่ความถี่และแอมพลิจูดของสัญญาณ ซึ่งจะมีผลต่อสัญญาณที่ให้ภาพสี และสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียร์มาก ความผิดเพี้ยนเหล่านี้จะทำให้ภาพสีของเครื่องรับโทรทัศน์ มีสีสันทันผิดเพี้ยนไปจากภาพสีของเครื่องส่งโทรทัศน์ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องแก้ไข ระบบ NTSC ได้แก้ไขเรื่องนี้โดยการพิจารณาออกแบบวงจรที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสม แต่ระบบ PAL มีวิธีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องนี้โดยวิธีการส่งสัญญาณภาพสีที่มีเฟสแตกต่างกัน 180 องศา สลับกันในแต่ละช่วงเวลาที่มีการสแกนทางแนวนอน โดยกลไกโทรทัศน์สีจะทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าจากแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน โดยมีขนาด E_r , E_g , E_b ตามลำดับ สัญญาณแสงสีทั้ง 3 สี จะผสมกันในวงจรเมตริกซ์ (matrix circuit) ซึ่งจะทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง E_Y กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีสองสัญญาณ คือ E_U กับ E_V ซึ่งเป็นผลต่างของสัญญาณแสงสีแดงกับสัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณแสงสีน้ำเงินกับสัญญาณส่องสว่างดังต่อไปนี้

สัญญาณโทรทัศน์ขาว-ดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal)

$$E_Y = 0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B$$

สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal)

$$E_U = 0.493(E_B - E_Y)$$

$$E_V = 0.877(E_R - E_Y)$$

สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี จะเกี่ยวข้องกับแค่เฉพาะสัญญาณจากแสงสีแดงและสัญญาณจากแสงสีน้ำเงิน ส่วนสัญญาณที่เกิดจากแสงสีเขียวจะหายไป ดังนั้น เครื่องรับจะต้องมีวงจรที่ทำให้เกิดสัญญาณนี้ขึ้นมาได้ เพื่อตรวจสอบดูว่าสัญญาณ $(E_G - E_Y)$ เกิดขึ้นอย่างไรหรือไม่ จากสัญญาณต่างๆ ที่มีอยู่ 3 สัญญาณ คือ E_Y , E_U , E_V จำเป็นต้องมีการคำนวณบ้างเล็กน้อย ดังต่อไปนี้

$$0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B = 0 \quad (2.1)$$

ในทำนองเดียวกัน $E_Y = (0.299 + 0.578 + 0.114)E_Y$, หรือ

$$0.299E_Y + 0.587E_Y + 0.114E_Y - E_Y = 0 \quad (2.2)$$

$$(2.1) - (2.2)$$

$$0.299(E_R - E_Y) + 0.587(E_G - E_Y) + 0.114(E_B - E_Y) = 0 \text{ หรือ}$$

$$0.587(E_G - E_Y) = 0.299(E_R - E_Y) - 0.114(E_B - E_Y) \text{ หรือ}$$

$$(E_G - E_Y) = -0.51(E_R - E_Y) - 0.19(E_B - E_Y)$$

ดังนั้น เมื่อทราบค่าของ E_Y , $(E_R - E_Y)$, $(E_B - E_Y)$ เราก็สามารถหาค่าของสัญญาณ $(E_G - E_Y)$ ได้ และสามารถทำให้เกิดภาพสีทางจอหลอดภาพของเครื่องรับได้ด้วย สัญญาณ $(E_R - E_Y)$ กับ $(E_B - E_Y)$ นี้ ต้องถูกลดความแรงลงมาให้เป็นสัญญาณ E_U กับ E_V เพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิด over modulation ขึ้นทางเอ็นโคเดออร์ (encoder) ของเครื่องส่งเกิน 133% โดยถือเอาระดับของสัญญาณขาว-ดำหรือสัญญาณส่องสว่าง E_Y เป็นระดับอ้างอิง

2.5 ภาคต่างๆ ด้านสัญญาณภาพ

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงภาคต่างๆ ของด้านสัญญาณภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งในบางภาคอาจมีสัญญาณเสียงรวมทั้งโทรทัศน์ขาว-ดำ และโทรทัศน์สีนี้ ก็จะมีหลักการทำงานต่างๆ เหมือนๆ กันแต่จะต่างกันตรงที่ภาค วิดีโอเอาต์พุต คือ โทรทัศน์สีจะมีภาคลูมิแนนซ์ (ขาว-ดำ) และโครมิแนนซ์(สี) แทนภาควิดีโอเอาต์พุตของโทรทัศน์ขาว-ดำ

2.5.1 ภาควิดีโอไอเอฟแอมพลิไฟเออร์

ภาควิดีโอไอเอฟแอมพลิไฟเออร์ภาคนี้จะรับสัญญาณมาจากภาคจูนเนอร์ซึ่งก็คือวิดีโอไอเอฟ 38.9 MHz และชาวดีไอเอฟ 33.4 MHz และนำมาทำการขยายสัญญาณทั้งภาพและเสียงโดยจะมีการขยายประมาณ 2-3 ภาค วิธีการก็จะมิดังนี้

- ชั้นแรกนี้ก็คือการกรองให้เฉพาะความถี่ที่ต้องการผ่านเท่านั้น โดยจะลดทอนสัญญาณของความถี่อื่น ที่ไม่ต้องการให้น้อยลงเพื่อไม่ให้ไปขยายกับชาวดีไอเอฟและวิดีโอไอเอฟ

- ชั้นที่สองนี้ก็คือ ภาควิดีโอไอเอฟจะรับเฉพาะความถี่วิดีโอไอเอฟ และชาวดีไอเอฟเข้ามาเพื่อนำไปขยายให้แรงขึ้นทั้งความสูงและความกว้างของสัญญาณดังนี้ วิดีโอไอเอฟคือ 38.9 MHz และชาวดีไอเอฟ คือ 33.4 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนในชั้นที่สามนี้ก็คือทำการขยายสัญญาณวิดีโอไอเอฟในส่วนความกว้างของสัญญาณประมาณ 7 MHz และความกว้างของสัญญาณประมาณ 2,000-3,000 เท่า
- ในชั้นตอนที่สี่ก็มีการขยาย 2-3 ภาส สัญญาณด้านอินพุตประมาณ 100 dB ขยายภาคละ 30 dB โดยจะขยายสัญญาณ 3 ภาครวมประมาณ 90 dB
- และในชั้นตอนสุดท้ายก็คือ ภาสวิดีโอไอเอฟนี้จะต้องมีวงจรเอจี้ซี เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2.5.2 ภาสวิดีโอเทคเตอร์

ภาสวิดีโอเทคเตอร์นี้จะรับสัญญาณจากภาสวิดีโอไอเอฟมาแล้วนำสัญญาณมาทำการตีเทคเตอร์โดยด้านสัญญาณภาพจะทำแบบเอเอ็มส่วนสัญญาณด้านเสียงจะทำแบบเอฟเอ็ม

2.5.3 การตีเทคเตอร์ด้านสัญญาณภาพและเสียง

ในการตีเทคเตอร์ก็คือการตัดสัญญาณอาร์เอฟออกไป ส่วนที่เหลือก็จะเป็นสัญญาณวิดีโอซิกแนลแต่ก็ยังมีสัญญาณการควบคุมรวมอยู่ด้วย ซึ่งสัญญาณนี้ เรียกว่า คอมโพสิทวิดีโอซิกแนล ในส่วนของสัญญาณเสียงนี้จะเรียกว่า การตีเทคเตอร์ก็ไม่ถูก เพราะสัญญาณเสียงจะไม่ถูกตีเทคเตอร์เพราะสัญญาณนี้จะส่งสัญญาณแบบเอฟเอ็มแต่จะเกิดการหักล้างความถี่ระหว่างความถี่ไอเอฟของสัญญาณภาพ และความถี่ไอเอฟของสัญญาณเสียง ดังนั้นจึงเกิดเป็นความถี่เสียงขึ้น และต่อไปจะเป็นการแยกสัญญาณเสียงกับสัญญาณภาพออกจากกัน

- ในด้านสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงก็คือ SIF 5.5 MHz จะถูกกรองให้ความถี่ 5.5 MHz ด้วยเซอร์รามิกฟิลเตอร์ 5.5 MHz จากนั้นก็จะได้สัญญาณเสียง 5.5 MHz
- ส่วนด้านสัญญาณภาพก็จะเป็นอย่างนี้ สัญญาณภาพคือ คอมโพสิทวิดีโอ 0-5 MHz จะเข้าสู่วงจรวิดีโอเอาต์พุต โดยจะมีวงจรแท็ป 5.5 MHz คอยทำการบายพาส 5.5 MHz ลงกราวด์ สัญญาณที่ได้นี้ก็จะเป็นเฉพาะสัญญาณภาพ 0-5 MHz

2.5.4 ภาสวิดีโอแอมพลิไฟเออร์

ส่วนในภาสวิดีโอ แอมพลิไฟเออร์ นี้ก็จะมีการดำเนินการดังนี้

- ชั้นแรกก็ทำการขยายสัญญาณคอมโพสิท วิดีโอซิกแนล ก่อนในภาสขยายที่เรียกว่า ภาสวิดีโอแอมป์ซึ่งส่วนมากนั้นจะอยู่ในไอซี และซาวด์ไอเอฟก็จะออกจากวงจรนี้
- ส่วนชั้นตอนที่สองนี้ก็คือ เนื่องจากว่า วงจรวิดีโอแอมป์มีการขยายสัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz แล้วจึงทำการแยกสัญญาณภาพออกมา ดังนั้น โอกาสที่สัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz จะรวมกับสัญญาณภาพที่ย่อมมีแน่นอน ดังนั้น จึงต้องมีการตัดสัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz ก็คือ เมื่อซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz ผ่านเข้ามาในวงจรแท็ป 5.5 MHz วงจรแท็ปนี้ จะทำการดึงสัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz ลงกราวด์ จากนั้นก็จะเหลือเฉพาะคอมโพสิทวิดีโอซิกแนล

2.5.5 ภาสวิดีโอเอาต์พุต

ภาสวิดีโอเอาต์พุตนี้เป็นการขยายสัญญาณด้านภาพเป็นภาสสุดท้าย ซึ่งเมื่อรับสัญญาณคอมโพสิทวิดีโอซิกแนลจากภาสวิดีโอแอมป์มาได้แล้ว ก็จะนำมาขยายและส่งเข้าไปที่หลอดภาพ ส่วนในการทำงานของภาสวิดีโอเอาต์พุตนี้ก็จะมียูนิท 3 ลักษณะด้วยกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรปรับอัตรากรายขาย ซึ่งในวงจรวิดีโอเอาต์พุตนี้ก็จะมียังวงจรปรับอัตรากรายขายนั้นก็คือการปรับความเข้มของภาพนั่นเอง ซึ่งเราสามารถปรับได้ซึ่งที่ปรับก็จะด้านหน้าของเครื่องรับโทรทัศน์นั่นเอง
- วงจรชดเชยความถี่สูงและความถี่ต่ำ จะเป็นการใช้วงจรจูนโดยจะมีอุปกรณ์ที่ชื่อว่า พิกกิ้งคอย ซึ่งวงจรมีจะต่อไปยังแหล่งจ่ายไฟอีกที
- วงจรลบเส้นฟลายแบ็ก เส้นฟลายแบ็กนี้ก็คือเส้นสะบัดกลับซึ่งโดยปกติเส้นนี้จะมองไม่เห็น แต่เมื่อมีการสูญเสียความถี่ต่ำ-สูง ก็จะทำให้เกิดเส้นฟลายแบ็กให้เห็น ดังนั้นจึงต้องมีวงจรมีขึ้น

2.5.6 การเปรียบเทียบคุณภาพของระบบโทรทัศน์สี

- ระบบ NTSC มีข้อดี คือ ภาพที่มองเห็น 30 ภาพ ต่อวินาที ทำให้ลดการสั่นไหวของภาพ และเนื่องจากสัญญาณภาพใช้ความกว้างคลื่นสัญญาณภาพน้อยทำให้ภาพมีการรบกวนน้อย ข้อเสีย เนื่องจากเส้นสแกนภาพมีจำนวนน้อย หากใช้จอภาพเครื่องรับโทรทัศน์ขนาดใหญ่รับภาพจะทำให้รายละเอียดภาพมีน้อย และอาจเห็นเส้นสแกนภาพที่หน้าจอได้ และถ้าใช้เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ สัญญาณสีความถี่ 3.58 MHz อาจรบกวนสัญญาณขาวดำ มีความเพี้ยนสี ต้องปรับที่เครื่องรับโทรทัศน์เพื่อให้ภาพเป็นธรรมชาติสวยงาม เช่น ภาพหน้าของคน อาจเป็นสีเหลือง หรือออกชมพู อาจต้องปรับให้เป็นสีขาว หรือให้เป็นธรรมชาติ ต้องใช้ความสามารถเฉพาะตัวของผู้รับชมโทรทัศน์ปรับแต่งสีให้ภาพได้ดี
- ระบบ PAL มีข้อดี คือ รายละเอียดภาพสูง ความผิดเพี้ยนของสีไม่มี ภาพเป็นธรรมชาติ ความเข้มของภาพจะสูง (High Contrast) ดีกว่าระบบ NTSC ข้อเสีย ภาพสั่นไหวมากกว่าระบบ NTSC เนื่องจากภาพที่มองเห็น 25 ภาพต่อวินาที มีการรบกวนสัญญาณภาพสูงเนื่องจากความกว้างของสัญญาณภาพมากกว่า (Higher Bandwidth) ระบบ NTSC จุดอ้อมตัวความสว่างของสีน้อย (reduce the color saturation) ทำให้เห็นความสว่างของสีน้อยลง
- ระบบ SECAM มีข้อดี คือ ความเพี้ยนของสีไม่มีความสว่างของสีที่ไม่เปลี่ยน รายละเอียดของภาพสูงเท่ากับระบบ PAL ข้อเสีย ภาพสั่นไหวเหมือนกับระบบ PAL การตัดต่อภาพในระบบ SECAM ไม่สามารถทำได้ ซึ่งในการผลิตรายการโทรทัศน์ส่วนมากจะใช้ระบบ PAL หลังจากผลิตเสร็จแล้วจึงค่อยเปลี่ยนกลับมาเป็นระบบ SECAM ส่งออกอากาศอีกครั้ง คลื่นความถี่สัญญาณสีรบกวนภาพ (Patterning Effects) เช่น บางภาพวัตถุไม่มีสีก็อาจมีสีรบกวนได้ เนื่องจากความกว้างของคลื่นสัญญาณภาพน้อย ทำให้การรับสัญญาณขาวดำในเครื่องโทรทัศน์ขาวดำรายละเอียดของภาพมีน้อย ระบบโทรทัศน์สีที่ใช้งานทั่วโลก ในระบบอนาล็อกยังมีการแบ่งย่อยจากระบบใหญ่ ๆ ทั้ง 3 ระบบดังกล่าว ทั้งนี้ เพื่อความเหมาะสมกับประเทศที่ใช้งานซึ่งกำหนดโดยสหภาพวิทยุโทรคมนาคม (ITU) ความเหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่แต่ละประเทศใช้งาน เช่น กระแสไฟฟ้า 60 Hz จะใช้ระบบสัญญาณโทรทัศน์สีที่ใช้ Field frequency 60 Hz และกระแสไฟฟ้า 50 Hz จะใช้ระบบสัญญาณโทรทัศน์สีที่ใช้ Field frequency 50 Hz ทั้งนี้ เพื่อป้องกันความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานรบกวนสัญญาณภาพ ระบบสัญญาณโทรทัศน์สีใช้งานในระบบอนาล็อกปัจจุบันนี้ คุณภาพสัญญาณภาพดี สมบูรณ์ไม่มีข้อเสียขัง ไม่มี ดังนั้น การพิจารณาใช้งานในระบบใดระบบหนึ่ง อาจมีสาเหตุมาจากเหตุผลอื่น ๆ เช่น เหตุผลทางด้านเศรษฐกิจ ลงทุนผลิต และใช้เครื่องรับโทรทัศน์เป็นจำนวนมากแล้ว หากจะเปลี่ยนระบบใหม่ อาจต้องลงทุนสูง หรือเหตุผลทางการเมือง ได้รับการสนับสนุนจากประเทศมหาอำนาจให้ใช้ระบบใดระบบหนึ่ง

2.5.7 บทสรุป

สัญญาณโทรทัศน์สีหลาย ๆ ระบบที่ใช้ในงานในปัจจุบันมีหลักการออกแบบคล้ายกัน คือ การส่งโทรทัศน์สีจะต้องทำให้เครื่องรับ โทรทัศน์ขาวดำรับสัญญาณขาวดำได้ และเครื่องรับโทรทัศน์สีรับสัญญาณโทรทัศน์สีได้ โดยสัญญาณที่ส่งออกอากาศจะต้องเป็นสัญญาณเดียวกัน คุณภาพของภาพโทรทัศน์ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางเทคนิค การกำหนดภาพที่เหมาะสมมี 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ 25 ภาพต่อวินาที และ 30 ภาพต่อวินาที ส่วนรายละเอียดของภาพที่มองเห็น จะมองเห็นรายละเอียดเส้นภาพแนวนอน 480 หรือ 576 เส้น และรายละเอียดภาพทางแนวตั้ง 720 จุด สัญญาณโทรทัศน์สีในระบบอนาล็อกนี้จะถูกเปลี่ยนเข้ารหัสเป็นระบบดิจิทัลในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิทัล

2.6 การมอดูเลตเชิงเส้น (Linear modulations)

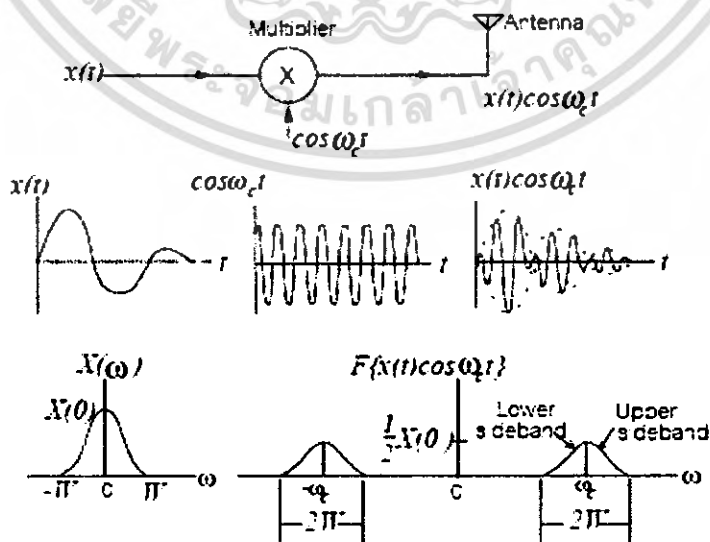
ในการมอดูเลตโดยขนาดนั้นเฟสของสัญญาณคลื่นพาห้จะเป็นศูนย์หรือคงที่ในขณะที่ขนาดจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณที่เข้ามา เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$x_c(t) = x(t) \cos \omega_c t \quad (2.3)$$

$x(t)$ เป็นสัญญาณที่ต้องการมอดูเลต $\cos \omega_c t$ เป็นสัญญาณคลื่นพาห้ $x_c(t)$ เป็นสัญญาณที่มอดูเลตแล้วเมื่อทำฟูริเยร์ทรานส์ฟอร์ม $x_c(t)$ จะได้

$$X_c(\omega) = \frac{X(\omega + \omega_c)}{2} + \frac{X(\omega - \omega_c)}{2} \quad (2.4)$$

รูปสัญญาณและสเปกตรัมแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 รูปสัญญาณทางเวลาและความถี่ของสัญญาณที่มอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าสัญญาณเดิมมีความถี่ใกล้ศูนย์มีแบนด์วิดท์ W เรียกว่าเป็นสัญญาณเบสแบนด์(base band) เมื่อมอดูเลตแล้วจะมีความถี่รอบๆ ω_c และ $-\omega_c$ โดยสัญญาณส่วนที่เป็นความถี่ลบเดิมจะปรากฏในความถี่บวกด้วยทำให้แบนด์วิดท์ของสัญญาณเป็น $2W$ เรียกว่าเป็น double sideband โดยส่วนกว้าง W ที่อยู่ความถี่สูงกว่า ω_c จะเรียกว่าเป็น upper sideband และส่วนที่อยู่ความถี่ต่ำกว่า ω_c เรียกว่า lower sideband ในการใช้งานสามารถจะส่งสัญญาณไปได้หลายลักษณะโดยสามารถนำสัญญาณเดิมกลับคืนมาได้ ได้แก่

2.6.1 การมอดูเลตแบบ Double Sideband Large Carrier(DSB-LC) หรือสัญญาณ AM ที่ใช้ในวิทยุกระจายเสียงจะส่งทั้งสอง sideband รวมทั้งสัญญาณคลื่นพาห้ไปด้วยเพื่อให้เครื่องรับง่ายแก่การนำสัญญาณเดิมกลับคืนมา

2.6.2 การมอดูเลตแบบ Double Sideband Suppressed Carrier(DSB-SC) ส่งทั้งสอง sideband เหมือน AM แต่ไม่ส่งสัญญาณคลื่นพาห้ไปด้วยเนื่องจากจะสูญเสียกำลังมาก แต่ก็ยังยากในการนำสัญญาณกลับคืนมามากจะใช้กับวิทยุเคลื่อนที่ที่เรื่องกำลังเป็นเรื่องสำคัญ

2.6.3 การมอดูเลตแบบ Single Sideband(SSB) จะส่ง sideband เดียวแต่ได้สัญญาณครบถ้วนและทำให้แบนด์วิดท์ต่ำเหมาะแก่การส่งในช่วงความถี่ที่มีการใช้งานหนาแน่น

2.7 การมอดูเลตแบบ AM (DSB-LC)

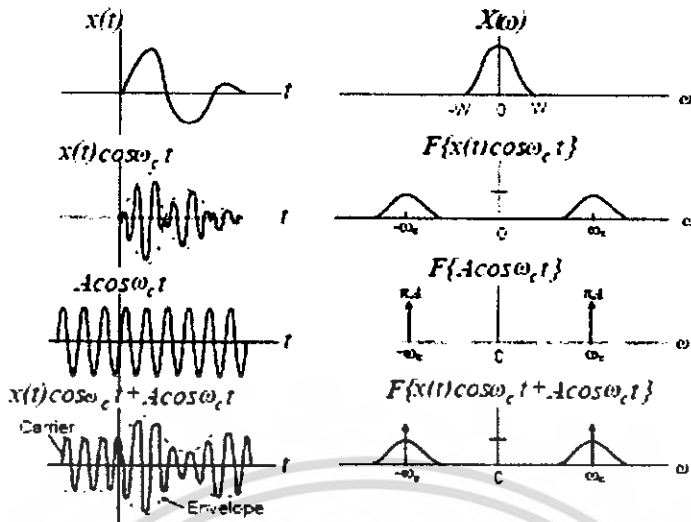
สัญญาณของการมอดูเลตแบบ AM นี้สามารถเขียนได้ตามสมการ

$$x_{AM}(t) = x(t) \cos \omega_c t + A \cos \omega_c t \quad (2.5)$$

ซึ่งเมื่อนำไปหาความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณ AM จะได้เป็น

$$X_{AM}(\omega) = \frac{X(\omega + \omega_c)}{2} + \frac{X(\omega - \omega_c)}{2} + \pi A \delta(\omega + \omega_c) + \pi A \delta(\omega - \omega_c) \quad (2.6)$$

รูปสัญญาณและความหนาแน่นสเปกตรัมแสดงในรูปที่ 2.20 จากสมการจะเห็นว่าสัญญาณ AM จะประกอบด้วยสัญญาณ DSB คือ $x(t) \cos \omega_c t$ และส่วนพาหะ $A \cos \omega_c t$ ปรากฏเป็นอิมพัลส์ที่ความถี่ ω_c ในสเปกตรัม



รูปที่ 2.20 สัญญาณ DSB-LC (AM) ทางเวลาและความถี่

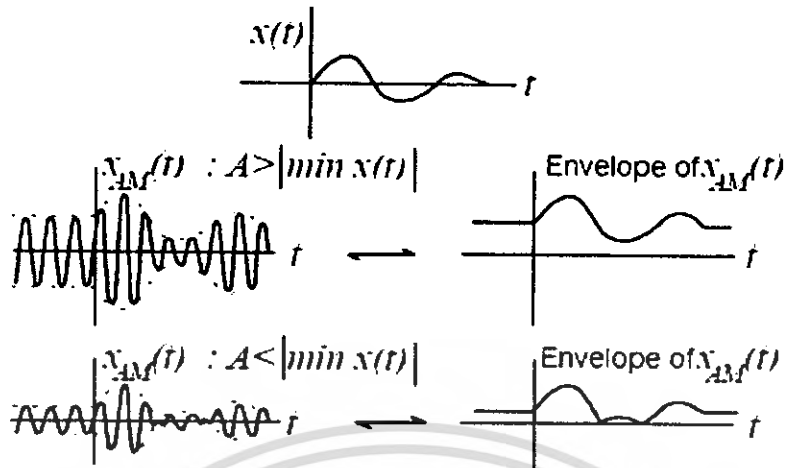
จากสมการ 2.5 เขียนใหม่ได้เป็น

$$x_{AM} = [A + x(t)] \cos \omega_c t \quad (2.7)$$

ขนาดของสัญญาณ AM เป็นผลรวมของขนาดสัญญาณ DSB-SC กับขนาดของคลื่นพาห้ซึ่งเปลี่ยนไปตามสัญญาณที่นำมามอดูเลตเมื่อให้ขนาดของคลื่นพาห้คงที่จึงเห็นเหมือนกับสัญญาณที่ขึ้นอยู่กับคลื่นพาห้เป็นลักษณะที่เรียกว่า envelope ดังรูปที่ 2.21 เมื่อขนาดของสัญญาณ DSB-SC มีค่าสูงชันมากกว่าขนาดของคลื่นพาห้จะทำให้เกิดการเพี้ยนของสัญญาณได้ แฟลคเตอร์ที่จะบอกอัตราส่วนของขนาดทั้งสองเรียกว่า modulation index (m) ซึ่งนิยามเป็นอัตราส่วนระหว่าง peak ของ DSB-SC ต่อ peak ของคลื่นพาห้

$$m = \frac{\text{peak}_{DSB-SC}}{\text{peak}_{carrier}} \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



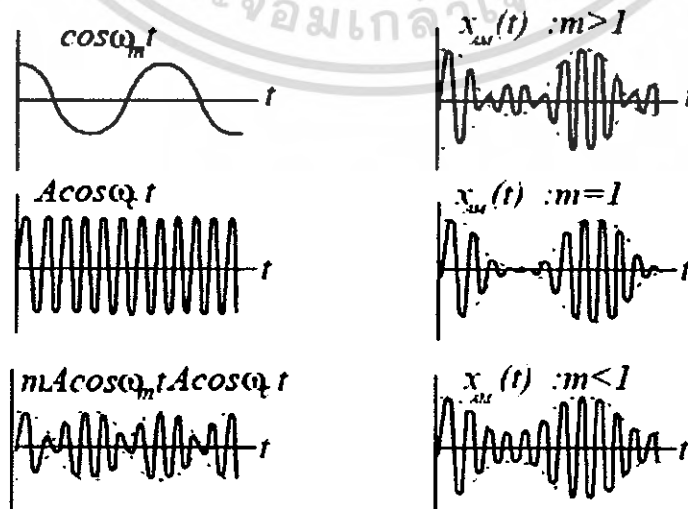
รูปที่ 2.21 สัญญาณ DSB-LC แสดงให้เห็นเมื่อสัญญาณที่เข้ามามอดูเลตมีขนาดสูงกว่าคลื่นพาห้

ในกรณีสัญญาณที่นำมามอดูเลตเป็นสัญญาณเสียงความถี่เดียว (one tone) คือ $\cos \omega_m t$ สัญญาณ AM ได้เป็น

$$x_{AM}(t) = A \cos \omega_c t + mA \cos \omega_m t \cos \omega_c t = A(1 + m \cos \omega_m t) \cos \omega_c t \quad (2.9)$$

ผลของการมอดูเลตด้วย m ค่าต่างๆ แสดงในรูปที่ 2.22 โดยทั่วไปก็จะนิยามเป็น percent of modulation สำหรับ DSB-LC เป็น

$$\begin{aligned} \% \text{ mod.} &= \frac{[(\text{max. magnitude}) - (\text{min. magnitude})]}{[(\text{max. magnitude}) + (\text{min. magnitude})]} \\ &= \frac{(1+m)A - (1-m)A}{(1+m)A + (1-m)A} \times 100 \\ &= m \times 100 \quad [\%] \end{aligned} \quad (2.10)$$



รูปที่ 2.22 สัญญาณ AM ที่มอดูเลตด้วยดัชนีการมอดูเลตต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 กำลังของคลื่นพาห้และกำลังของ sideband ในการมอดูเลตแบบ AM

สัญญาณ AM นั้นจะมีส่วนที่เป็นเฉพาะคลื่นพาห้โดยไม่มีข่าวสารใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับ $x(t)$ อยู่ด้วยส่วนนี้เป็น การสูญเสียกำลังโดยไม่ได้ใช้ในการส่งสัญญาณใดๆ แต่ก็ต้องยอมเสียในกรณีที่ต้องการให้เครื่องรับง่ายแก่การสร้าง และทำให้มีราคาถูกลงได้ พิจารณาสัญญาณ AM จากสมการ 2.9 เมื่อผ่านโพล 1 โอห์มกำลังเฉลี่ยได้จากค่ากำลังสอง เฉลี่ย

$$x_{AM}^2(t) = x^2(t) \cos^2 \omega_c t + A^2 \cos^2 \omega_c t + 2Ax(t) \cos^2 \omega_c t \quad (2.11)$$

โดยทั่วไปแล้ว $x(t)$ จะเปลี่ยนแปลงช้ามากเมื่อเทียบกับ ω_c ค่าเฉลี่ยของ $x(t)$ เท่ากับศูนย์ทำให้ได้

$$\begin{aligned} x_{AM}^2(t) &= x^2(t) \cos^2 \omega_c t + A^2 \cos^2 \omega_c t \\ &= \frac{x^2(t)}{2} + \frac{A^2}{2} \end{aligned} \quad (2.12)$$

ถ้าให้กำลังทั้งหมดเป็น P_t สามารถเขียนในรูปผลบวกของกำลังพาห้ P_c และกำลังของ sideband P_s

$$P_t = \frac{A^2}{2} + \frac{x^2(t)}{2} = P_c + P_s \quad (2.13)$$

อัตราส่วนกำลังใน sideband กับกำลังทั้งหมดจะได้

$$\mu = \frac{P_s}{P_t} = \frac{x^2(t)}{A^2 + x^2(t)} \quad (2.14)$$

เมื่อลองนำไปพิจารณาการมอดูเลตสัญญาณความถี่เดียวที่มี modulation index (m) จะได้ว่า

$$\mu = \frac{m^2}{2 + m^2} \quad (2.15)$$

ค่า μ บอกระสิทธิภาพในการส่งในกรณีนี้ m มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของ AM คือ 33% ที่ $m=1$ กล่าวคือกำลังใน sideband เป็นส่วนที่ใช้สำหรับส่งข่าวสารมีค่าเพียง 33% ของกำลังที่ส่งไปทั้งหมด

2.7.2 การมอดูเลตแบบ DSB-SC

สัญญาณที่มอดูเลตแบบ DSB-SC นี้เขียนได้ดังสมการที่ 2.16 เป็นการมอดูเลตแบบ AM โดยที่

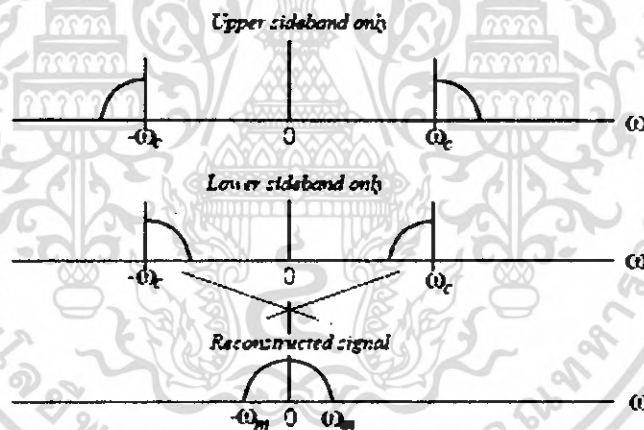
$$x_{DSB}(t) = x(t) \cos \omega_c t \quad (2.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ส่งสัญญาณคลื่นพาห้ไปด้วยจึงมีแค่ส่วนที่เป็น sideband กำลังทั้งหมดจึงอยู่ใน sideband ประสิทธิภาพจะเท่ากับ 100% เป็นการประหยัดพลังงานในการส่งเนื่องจากกำลังที่ส่งไปถูกใช้ไปใน sideband บรรจุข่าวสารอยู่แต่การที่ไม่ส่งคลื่นพาห้ไปด้วยทำให้ทางเครื่องรับมีความยุ่งยากในการรับอาจเกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณและเมื่อวงจรจะยุ่งยากก็ทำให้มีราคาแพงขึ้นเพื่อให้การรับง่ายขึ้นและไม่ให้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณ โดยที่กำลังสูญเสียในเครื่องส่งไม่มากนักก็จะเพิ่มความถี่ที่เหมือนสัญญาณคลื่นพาห้ขนาดเล็กๆ ส่งไปด้วยเรียกว่า pilot carrier ทางเครื่องรับสามารถสร้างสัญญาณคลื่นพาห้ขึ้นได้จาก pilot carrier นี้เพื่อใช้ในการดีเทคสัญญาณทำให้เครื่องรับสร้างง่ายขึ้นและไม่เกิดการเพี้ยนของสัญญาณในขณะที่เครื่องส่งก็ประหยัดพลังงานโดยที่ประสิทธิภาพจะลดลงเพียงเล็กน้อย

2.7.3 การมอดูเลตแบบ SSB

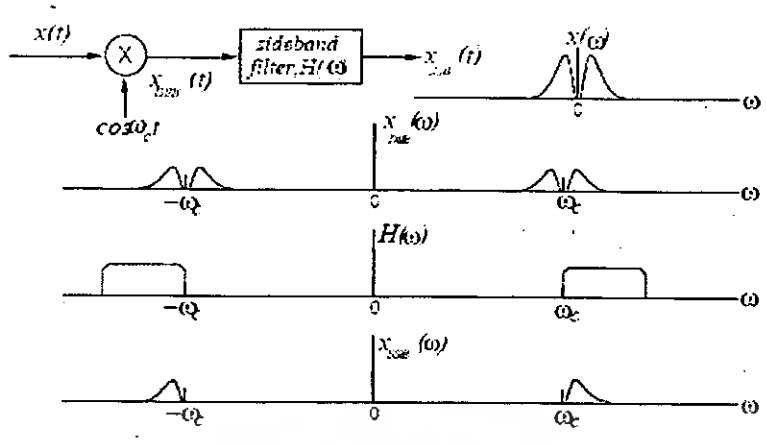
ในการมอดูเลตแบบ DSB สัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะถูกส่งไปทั้งสอง sideband มีแบนด์วิดท์เป็นสองเท่าของแบนด์วิดท์ของสัญญาณเดิมทำให้เสียช่วงความถี่ไปมากในช่วงความถี่ที่มีความต้องการส่งสัญญาณมากช่องสัญญาณการลดแบนด์วิดท์จึงเป็นเรื่องสำคัญการส่งด้วย sideband เดียวและได้ข่าวสารครบถ้วนจึงเป็นทางออกในกรณีนี้เรียกว่า single sideband (SSB) พิจารณารูปที่ 2.23 จะเห็นว่าการส่งสัญญาณไปเฉพาะ sideband เดียวไม่ว่าจะเป็น upper หรือ lower sideband ก็ความสามารถที่จะได้สัญญาณเดิมกลับคืนมาในขั้นตอนการดีมอดูเลตเช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.23 สเปกตรัมของสัญญาณ SSB

แต่ปัญหาก็คือการที่จะได้สัญญาณเฉพาะ sideband เดียวเพื่อจะส่งไปนั้นปกติก็จะสร้างสัญญาณ DSB ก่อนแล้วใช้ฟิลเตอร์ ตัดเอาเฉพาะ sideband เดียวฟิลเตอร์ที่ใช้จะต้องมีการตัดความถี่ที่คมมากเพื่อจะตัด sideband หนึ่งออกไปในขณะที่ต้องรักษาข้อมูลใน sideband ที่ต้องการไว้ได้ครบถ้วนคือลักษณะของฟิลเตอร์ในอุดมคตินั่นเอง ในทางปฏิบัติสำหรับกรณีของการส่งสัญญาณเสียงนั้นช่วงความถี่ต่ำมากใกล้ความถี่ 0 ของสัญญาณเสียงหรือรอบๆ ความถี่ ω_c สำหรับสัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะไม่ค่อยมีความสำคัญนักสามารถตัดทิ้งไปได้โดยที่ยังสามารถรับรู้ข้อความได้ฟิลเตอร์ในทางปฏิบัติจึงถูกนำมาใช้ได้ดังแสดงในรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 SSB modulator ใช้การกรองส่วน upper sideband

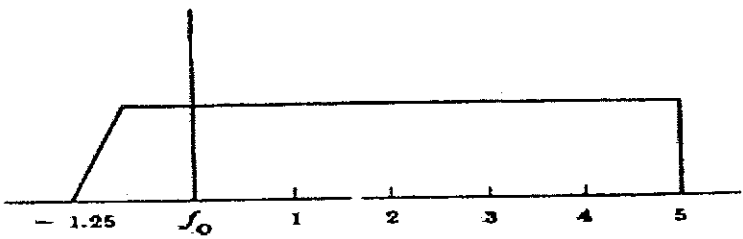
2.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ด้านภาพ

สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณสองสี กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ที่เครื่องส่งโทรทัศน์นำออกอากาศ นิยมใช้ระบบ Amplitude modulation (AM) สำหรับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำและระบบ AM-AM สำหรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี โดยปกติการส่งโทรทัศน์ในระบบนี้ สัญญาณที่ออกอากาศอาจเลือกให้อยู่ในลักษณะของไซด์แบนด์เดี่ยว (single sideband) หรือไซด์แบนด์สองข้าง (double sideband) แต่เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์มีขอบเขตความถี่ของสัญญาณกว้างขวางมาก

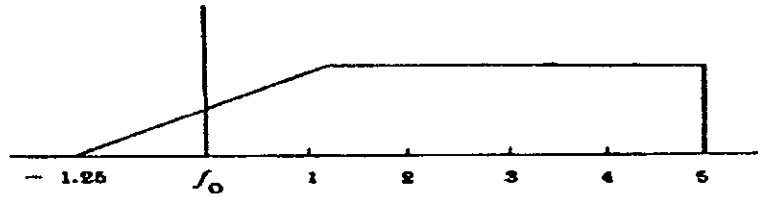
การส่งในลักษณะของไซด์แบนด์เดี่ยวจึงไม่เหมาะสม และการส่งในลักษณะของไซด์แบนด์สองข้าง ก็จะต้องใช้ความถี่มากและทำให้ความกว้างของช่องโทรทัศน์มีมากเกินไป ในทางปฏิบัติ จึงนิยมส่งในระบบ vestigial sideband transmission มากกว่า

จากรูปที่ 2.26 เป็นรูปที่แสดงถึงลักษณะความถี่กับขนาดของสัญญาณ (frequency-amplitude characteristics) โทรทัศน์สีระบบ PAL ซึ่งความถี่คลื่นพาห์ด้านภาพ (f_v) จะอยู่ห่างจากความถี่ของคลื่นพาห์ด้านเสียง (f_s) ประมาณ 5..5 MHz คลื่นพาห์ด้านเสียงจะอยู่สูงกว่าขอบล่างสุดของช่องโทรทัศน์ 1.25 MHz ส่วนคลื่นพาห์ด้านเสียงจะอยู่ต่ำกว่าขอบบนสุดของช่องโทรทัศน์ 0.25 MHz รวมความกว้างของช่องโทรทัศน์ในระบบนี้ จะมีประมาณ 7 MHz

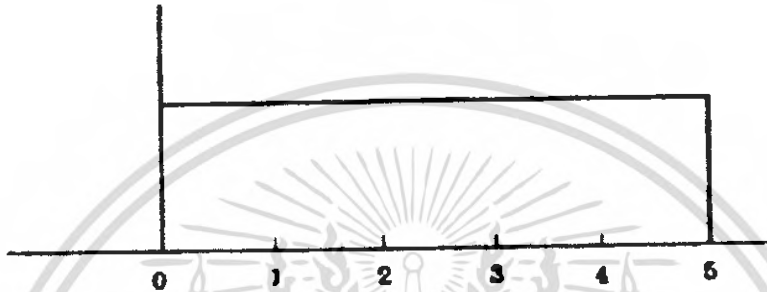
สัญญาณที่ทำให้เกิดภาพซึ่งเครื่องส่งโทรทัศน์สีนำออกอากาศ จะอยู่ในลักษณะของ negative amplitude modulation กล่าวคือ ขนาดของสัญญาณที่ทำให้เกิดภาพซึ่งมีค่าสูง จะทำให้เกิดภาพสีเข้มหรือดำมืดที่หลอดภาพ และขนาดของสัญญาณที่ทำให้เกิดภาพซึ่งมีค่าน้อย จะทำให้เกิดภาพขาวตามรูป 2.27



ก) ลักษณะของความถี่กับขนาดของสัญญาณภาพที่ใช้ทางด้านเครื่องส่งโทรทัศน์ จะเห็นว่า เครื่องส่งจะส่งไซด์แบนด์ด้านสูง (upper sideband) เต็มที่ แต่จะส่งไซด์แบนด์ด้านต่ำ (lower sideband) เพียงบางส่วน ไม่เกิน 1.25 MHz

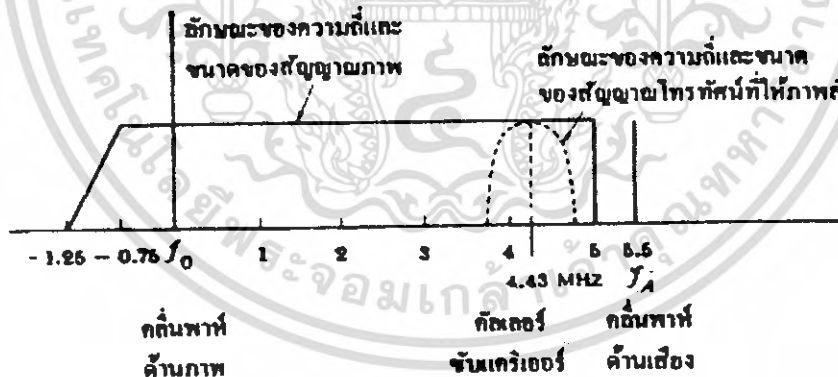


ข) ลักษณะของความถี่กับขนาดของสัญญาณภาพที่ใช้ทางด้านเครื่องรับโทรทัศน์ จะเห็นว่า ระหว่าง ± 1.25 MHz จะมีลักษณะเป็นเส้นตรงเริ่มจากศูนย์ไปหาค่าสูงสุด และหลังจากนั้นก็จะมีค่าคงที่



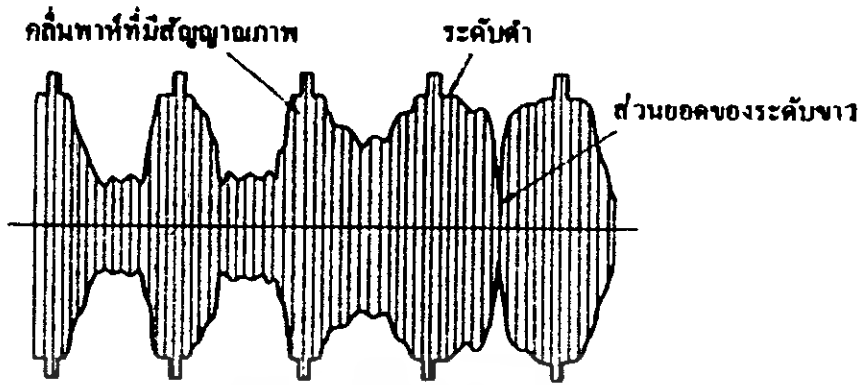
ค) ลักษณะของความถี่กับขนาดของสัญญาณภาพที่ต้องการเป็นผลจากการใช้ลักษณะของความถี่กับขนาดของสัญญาณทางด้านเครื่องส่งและทางด้านเครื่องรับโทรทัศน์ ที่แสดงในรูป ก) และ ข)

รูปที่ 2.25 แสดงหลักการที่ใช้ในเครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์ ในระบบ vestigial sideband transmission.

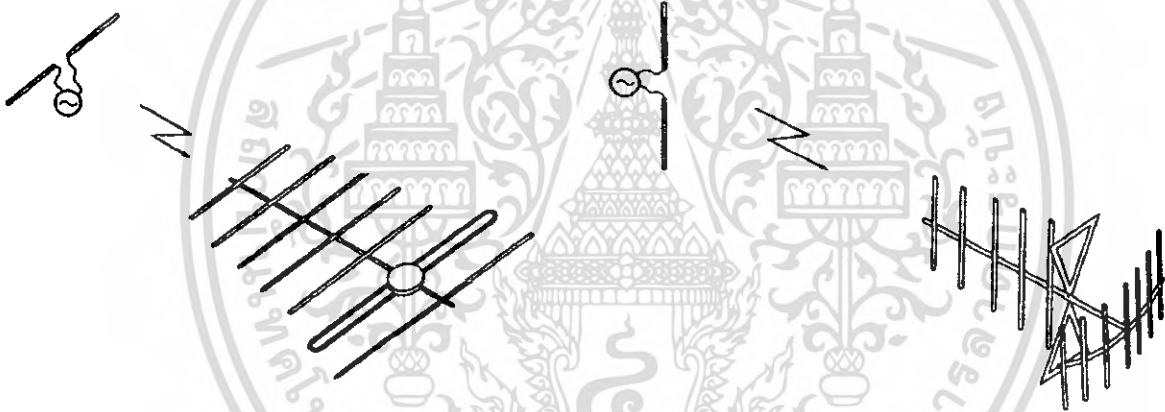


รูปที่ 2.26 ลักษณะของความถี่กับขนาดของสัญญาณภาพ สำหรับโทรทัศน์ระบบ PAL ซึ่งมีความถี่คลื่นของสัญญาณคลื่นเลอรีซ์แบเรียร์ประมาณ 4.3 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.27 รูปร่างของสัญญาณภาพ ที่อยู่ในลักษณะของ negative amplitude modulated sidebands โดยขนาดของสัญญาณที่มีค่าสูง จะทำให้เกิดภาพมืดและขนาดของสัญญาณที่มีค่าน้อย จะทำให้เกิดภาพสว่าง



รูปที่ 2.28 คลื่นโทรทัศน์ในระนาบตั้งฉากกับคลื่น โทรทัศน์ในระนาบแนวนอน

2.9 การส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศ

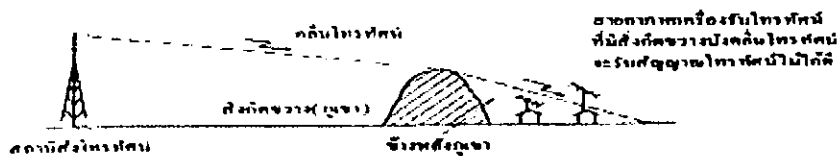
ในทางปฏิบัติ คลื่นโทรทัศน์ที่นิยมส่งออกอากาศโดยทั่วไปนั้น มีอยู่ 2 แบบ คือ คลื่นโทรทัศน์ในระนาบแนวนอน (horizontally polarized plane wave) ซึ่งมีแนวคลื่นในระนาบที่ขนานกับพื้นดิน โดยจะต้องตั้งแผงสายอากาศทั้งด้านการส่งโทรทัศน์ และด้านการรับโทรทัศน์ให้อยู่ในระนาบแนวนอน (horizontal plane) รูปที่ 2.28 แสดงให้เห็นวิธีการวางแผงสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ในระนาบแนวนอน เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ซึ่งส่งออกอากาศในลักษณะของคลื่นในระนาบแนวนอน และคลื่นโทรทัศน์ในระนาบแนวตั้ง (vertically polarized plane wave) ซึ่งมีแนวคลื่นในระนาบที่ตั้งฉากกับพื้นดิน โดยจะต้องตั้งแผงสายอากาศทั้งในด้านการส่งโทรทัศน์ และด้านการรับโทรทัศน์ให้อยู่ในระนาบแนวตั้ง (vertical plane) รูปที่ 2.28 แสดงให้เห็นวิธีการวางแผงสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ในระนาบแนวตั้ง เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งออกอากาศในลักษณะของคลื่นในระนาบแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่น่าสังเกตว่า หากสายอากาศทางการส่งโทรทัศน์ ได้ส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศเป็นคลื่นในระนาบแนวนอน (horizontally polarized plane wave) แล้ว สายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์ จะตั้งวางอยู่ในระนาบแนวนอน (horizontal plane) ด้วย จึงจะสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี หากสายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์วางอยู่ในระนาบแนวตั้ง (vertical plane) แล้ว สายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์จะ ไม่สามารถทำให้เกิดการเหนี่ยวนำที่ตีเพียงพอ และจะทำให้การรับสัญญาณโทรทัศน์ไม่ได้ผลตีเพียงพอ ในทำนองเดียวกัน หากสายอากาศทางการส่งโทรทัศน์ได้ส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศเป็นคลื่นในระนาบแนวตั้ง (vertically polarized plane wave) แล้ว สายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะต้องวางไว้ในระนาบแนวตั้ง (vertical plane) ด้วย จึงจะสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี หากสายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์วางอยู่ในระนาบแนวนอนแล้ว สายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์จะ ไม่สามารถทำให้เกิดการเหนี่ยวนำที่ตีเพียงพอ และจะทำให้การรับสัญญาณโทรทัศน์ไม่ได้ผลตีเท่าที่ควร

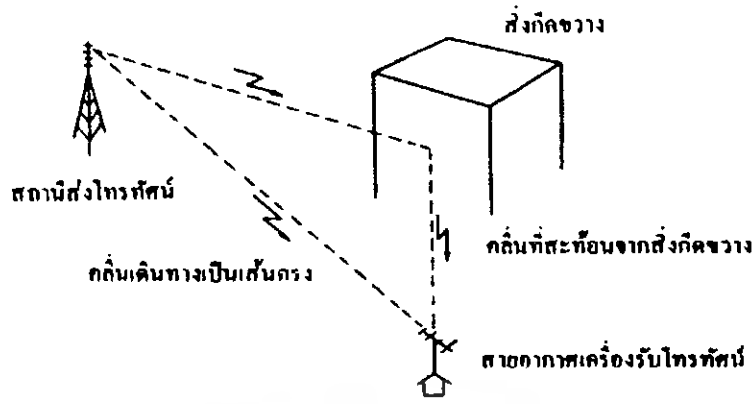
คลื่นโทรทัศน์ที่ส่งออกอากาศจากสถานีส่งโทรทัศน์ จะเดินทางไปในลักษณะแนวทางของเส้นตรงที่อยู่ระหว่างสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ กับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ หากเส้นทางระหว่างจุดสองนี้ปลอดภัย ก็จะช่วยให้สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี แต่ถ้ามีสิ่งกีดขวาง เช่น มีตึกสูงๆ หรือ มีภูเขา มาบังเส้นทางระหว่างสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์กับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะทำให้สัญญาณโทรทัศน์เดินทางผ่านไปได้น้อยมากหรือไม่ได้เลย อันจะเป็นผลทำให้ไม่สามารถรับโทรทัศน์ได้หรือหากสามารถรับโทรทัศน์ได้ ก็จะพบว่า สัญญาณโทรทัศน์อ่อนกำลังมาก หรือมีภาพจางและมีการรบกวนจนภาพไม่น่าดู นอกจากนี้ คลื่นโทรทัศน์ยังสามารถสะท้อนได้จากสิ่งกีดขวาง เช่น ตึกสูง ๆ หรือ ภูเขา อีกด้วย ฉะนั้น การรับชมโทรทัศน์บางแห่ง อาจพบว่า มีทั้งคลื่นโทรทัศน์ที่เดินทางเป็นเส้นตรงจากสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ กับคลื่นโทรทัศน์ที่สะท้อนมาจากสิ่งกีดขวางแห่งอื่น ซึ่งต้องการระยะเวลาในการเดินทางจากสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ มาถึงสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์แตกต่างกัน จึงทำให้มองเห็นเป็นภาพที่มีเงาในจอหลอดคาทอดของเครื่องรับโทรทัศน์ รูปที่ 2.29 แสดงให้เห็นลักษณะที่ได้อธิบายมานี้ โดยรูปที่ 2.29 (ก) คลื่นโทรทัศน์จะเดินทางเป็นเส้นตรง เมื่อมีสิ่งกีดขวางคลื่นโทรทัศน์ก็จะทำให้เครื่องรับโทรทัศน์ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของสิ่งกีดขวาง รับชมโทรทัศน์ไม่ค่อยได้ ส่วนรูปที่ 2.29 (ข) แสดงให้เห็นว่า เครื่องรับโทรทัศน์บางแห่ง อาจสามารถรับคลื่นโทรทัศน์ได้หลายทาง เช่น สามารถรับคลื่นโทรทัศน์ที่เดินทางเป็นเส้นตรงจากสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ มาถึงสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ และสามารถรับคลื่นโทรทัศน์ที่สะท้อนจากสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ซึ่งใช้เวลาในการเดินทางจากสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ มาถึงสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์แตกต่างกัน ซึ่งผลก็ปรากฏว่า ทำให้เกิดภาพที่มีเงาหรือมีสองภาพซ้อนกันอยู่ ซึ่งเป็นภาพที่ไม่น่าดู

คลื่นโทรทัศน์ที่ส่งออกอากาศเหล่านี้ หากเลือกใช้ความถี่คลื่นพาห้ของภาพในย่าน VHF (Very High Frequency) ตามที่กล่าวแล้ว ก็จะมีขอบเขตของความถี่ระหว่าง 47 MHz ขึ้นไป



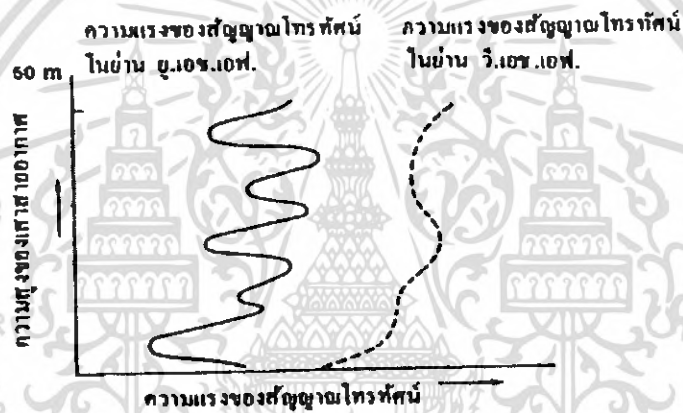
(ก) คลื่นโทรทัศน์เดินทางเป็นเส้นตรง สายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์ที่มีสิ่งอื่นมากีดขวาง เช่น ภูเขามาบังไว้ จึงรับสัญญาณโทรทัศน์ไม่ค่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

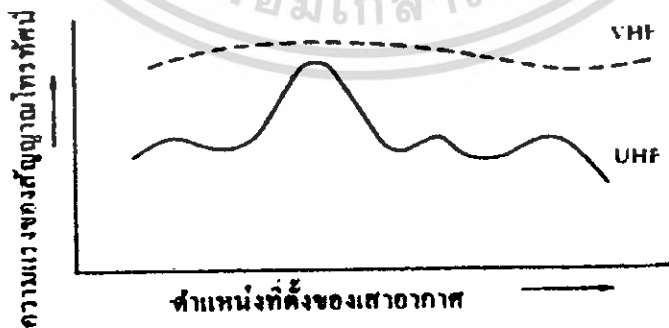


(ข) สายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์บางแห่งอาจรับคลื่นโทรทัศน์ได้หลายทาง เช่น คลื่นที่เดินทางเป็นเส้นตรงและคลื่นที่สะท้อนจากสิ่งกีดขวางในกรณีเช่นนี้ จะทำให้เกิดภาพที่มีเงา หรือมีภาพซ้อนกันอยู่ซึ่งเป็นภาพที่ไม่น่าดู

รูปที่ 2.29 การเดินทางของคลื่นโทรทัศน์



(ก) สำหรับโทรทัศน์ในย่าน UHF ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศ ส่วนโทรทัศน์ในย่าน VHF ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศเหมือนกัน แต่จะไม่มี การเปลี่ยนแปลงมาก



(ข) ความแรงของสัญญาณในย่าน UHF จะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่ตั้งของเสาอากาศ ซึ่งเรื่องเช่นนี้จะเกิดขึ้นน้อยมากสำหรับความถี่ ในย่าน VHF

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ผู้ใช้และผู้เผยแพร่ห้ามมิให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนถึง 68 MHz ซึ่งเรียกว่า VHF ด้านต่ำ (low-band VHF) กับความถี่ 174 MHz ไปจนถึง 230 MHz ซึ่งเรียกว่า VHF ย่านสูง (high-band VHF) หากคลื่นพาห้ของภาคมีความถี่ในย่าน UHF (Ultra High Frequency) ย่านการส่งโทรทัศน์ก็จะมีขอบเขตของความถี่ระหว่าง 590 MHz จนถึงประมาณ 770 MHz ความสูงของเสาอากาศและจุดที่ตั้งของเครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้รับคลื่นโทรทัศน์ ซึ่งมีคลื่นพาห้ของภาพอยู่ในย่าน UHF จะมีความสำคัญมาก รูปที่ 2.30 แสดงให้เห็นความแตกต่างของการรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นพาห้ของภาพ ในความถี่ย่าน UHF กับคลื่นพาห้ของภาพในความถี่ย่าน VHF โดยรูปที่ 2.30(ก) เป็นรูปที่แสดงให้เห็นว่าสัญญาณโทรทัศน์ที่เครื่องรับโทรทัศน์ จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศเครื่องรับโดยตรง หากคลื่นโทรทัศน์นั้นมีคลื่นพาห้ของภาพอยู่ในย่านความถี่ UHF หากคลื่นพาห้ของภาพมีความถี่อยู่ในย่าน VHF ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์ ก็จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศเครื่องรับโทรทัศน์เหมือนกัน แต่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป หากเสาอากาศเครื่องรับโทรทัศน์มีความสูงเกินความสูงขนาดหนึ่งรูปที่ 2.30(ข) แสดงให้เห็นว่าความแรงของสัญญาณโทรทัศน์ในความถี่ย่าน UHF จะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่ตั้งของเสาอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งหากเป็นโทรทัศน์ที่คลื่นพาห้ของภาพอยู่ในความถี่ย่าน VHF แล้ว เรื่องเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 การคำนวณแบนด์วิธของสัญญาณภาพ

ยกตัวอย่าง ขนาดภาพ 800x600 พิกเซล

Refresh rate 60 Hz

Hor sync = ver sync x ความละเอียดของจอภาพในแนวนอน

Ver sync = refresh rate = 60 Hz

$$T_{\text{refresh}} = \frac{1}{60} = 16.67 \text{ ms} : \text{เวลาที่ใช้ในการรีเฟรช 1 ภาพ}$$

$$\text{Hor sync} = 60 \times 600 = 36 \text{ kHz}$$

$$\text{Scan แนวนอน 1 ครั้ง} = 800 \text{ pixel}$$

$$\text{ใช้เวลา} = \frac{16.67 \text{ ms}}{600} = 27.78 \text{ } \mu\text{S}$$

$$\text{ดังนั้น 1 pixel แนวนอน ใช้เวลาในการสแกน} = \frac{27.78 \times 10^{-6}}{800} = 34.73 \text{ nS}$$

$$F_{1 \text{ pixel}} = \frac{1}{34.73 \times 10^{-9}} = 28.79 \text{ MHz} ; \text{ ยังไม่รวม Burst sync}$$

แต่ถ้า จะเผื่อสำหรับสัญญาณ burst sync ไว้ 10%

$$\text{ดังนั้น pixel ด้าน hor} = 800 \times 1.1 = 880 \text{ pixel}$$

$$\text{pixel ด้าน ver} = 600 \times 1.1 = 660 \text{ pixel}$$

ดังนั้น

$$\text{Scan 1 เส้นในแนวนอนใช้เวลา} = \frac{16.67 \times 10^{-3}}{660} = 25.30 \text{ } \mu\text{S}$$

25.30 μS = เวลาในการ scan ของ pixel ด้าน Hor 880 pixel

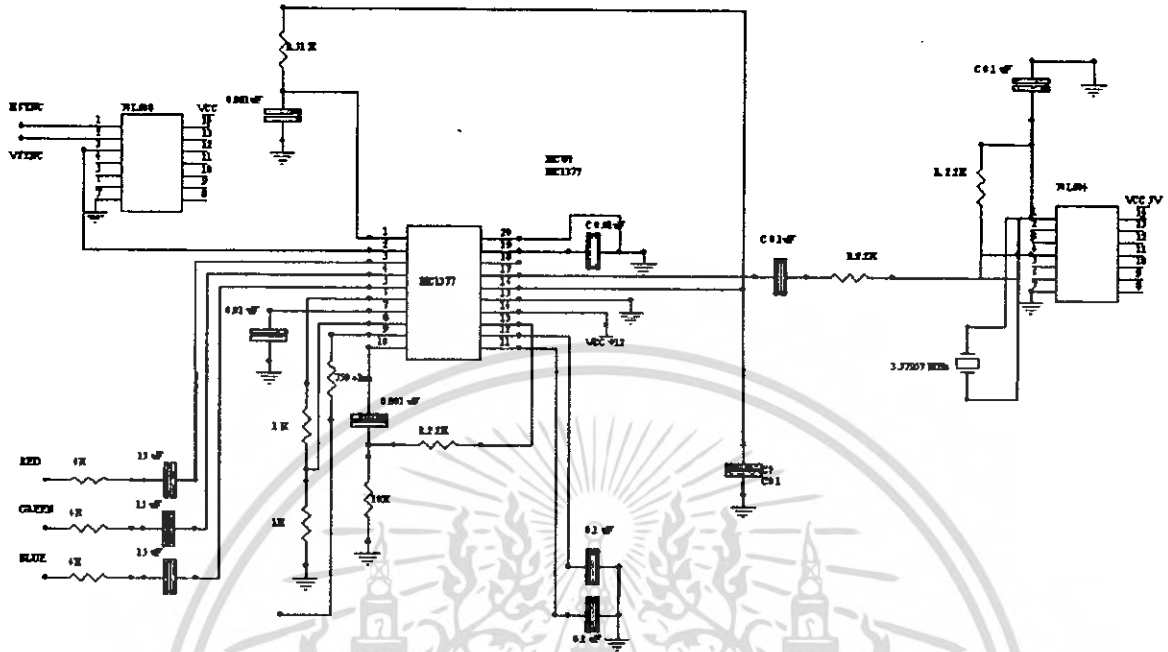
$$1 \text{ pixel ทางด้าน Hor ใช้เวลา scan} = \frac{25.30 \times 10^{-6}}{880} = 28.75 \text{ nS}$$

$$1 \text{ pixel ทางด้าน Hor ใช้ความถี่} = \frac{1}{28.75 \times 10^{-9}} = 34.78 \text{ MHz}$$

ดังนั้นแบนด์วิธของสัญญาณภาพเท่ากับ 34.78 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรรวมสัญญาณ



รูปที่ 3.1 วงจรรวมสัญญาณ

IC MC1377 RGB to composite video converter ใช้สำหรับเปลี่ยนสัญญาณ RGB ไปเป็น สัญญาณ Composite Video ซึ่งสัญญาณ RGB และสัญญาณ Ver Sync และ Hor Sync สามารถได้มาจากสัญญาณ ST และป้อนเข้าสู่ IC MC1377 สัญญาณที่มีความถี่ของคลื่นพาห์เท่ากับ 3.579454 MHz ซึ่งถูกป้อนมาจากออสซิลเลเตอร์ภายนอก โดยที่ IC MC1377 ผลิตสัญญาณ R-Y, B-Y และสัญญาณ Luminance โดยสัญญาณ RGB จะถูกส่งผ่านไปยัง Matrix ดังนั้นสัญญาณ B-Y เมื่อทำการ Modulated เข้ากับสัญญาณคลื่นพาห์และสัญญาณ R-Y นำมา Modulated โดยให้มุมเปลี่ยนไป 90 องศา โดยการเลื่อนเฟสของคลื่นพาห์ ซึ่งผลลัพธ์นี้จะทำให้เกิด I และ Q ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ Chroma Signal ในเฟสควอดเร้นซ์ ส่วนประกอบของสัญญาณ Chroma สองสัญญาณที่ถูกรวมกันประกอบด้วยสัญญาณ Chroma บวกกับการขยายทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนขา 13 ของ IC สัญญาณ Chroma นี้จะผ่านวงจรกรองความถี่แบบ Band Pass Filter ที่ต่ออยู่ภายนอกและยังมีการป้อนกลับไปขา 10 วงจรกรองความถี่แบบ Band Pass Filter โดยวงจรกรองความถี่จะให้เฉพาะความถี่ปานกลางผ่านเท่านั้น และสัญญาณที่ได้จะมี BW ประมาณ 1.6 MHz ซึ่งมันไม่ตีพอกับโทรทัศน์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะมีการเลือกสัญญาณที่จะส่งให้กับ Elcheapo ทำการกรอง ซึ่งมันไม่ทำให้มีความต่างกันมากในการกำหนดค่าทุกๆ ครั้ง ถ้าคียบัตคมาคือตัวกรอง LC สามารถใช้ในการตั้งค่าการเหนี่ยวนำกันทางความถี่ ทำให้กลายเป็นความถี่ของสัญญาณสีและเลือกที่จะแยกสัญญาณไปยัง R ดังนั้น BW ที่ได้จะเป็น 1.6 MHz เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไปยังวงจร กรองความถี่กลางผ่าน เพื่อส่งต่อไปที่ ตัวกรอง Chroma จะเป็นผลให้เกิดปรากฏการณ์หน่วงเวลาบนสัญญาณ Chroma ดังนั้นถ้าจะทำให้แน่ใจว่าจะไม่มีสัญญาณสะท้อนกลับจาก B & W Image สัญญาณ Luminance จะต้องมีกรหน่วงเวลาเท่าๆ กัน สรุปคือสัญญาณข้อมูลข่าวสาร Luminance ต้องมีกรหน่วงเวลาเท่าๆ กัน ดังนั้นสัญญาณข้อมูลข่าวสาร Luminance จะไม่นำหน้าสัญญาณข้อมูล Chrominance และจะเป็นตามนี้ เนื่องจากสัญญาณเอกสสารนี้เป็นเอกสสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Luminance จะวนออกไปยังขา 6 ไปที่ขา 8 และจะแยกออกทำให้เกิดการหน่วงเวลาขึ้นในเส้นทางที่อยู่ ระหว่าง ขา 6 และ 8 ซึ่งจะทำให้เกิดการหน่วงเวลาที่ต้องการ โดยสัญญาณ Luminance จะไม่ต้องนำไปผ่านวงจรกรองแบบใดอีก

3.2.1 การเชื่อมต่อ (Interfacing)

สัญญาณทางด้าน Ver Sync และ Hor Sync ที่ได้มาจากคอมพิวเตอร์ ต้องทำการรวมและส่งไปยังภาครวม สัญญาณซิงค์ ทางด้าน input ที่ขา 2 ของ IC 1377 สัญญาณทั้ง Ver Sync และ Hor Sync ได้มาจากสัญญาณ ST ที่มาจากจอภาพทางด้าน output ของ AND-Gate และทำการส่งผ่านไปยังวงจรรวมสัญญาณซิงค์ทางด้าน input วงจรนี้จะเริ่มทำการหาในส่วนของสัญญาณ ซิงค์ที่ตอบสนองในช่วงแรงดันค่า ระดับสัญญาณ TTL จะถูกกำหนดใช้ที่ -0.6 V และ 0.9 V แต่ถ้า o/p ที่ได้รับเป็น o/p ที่ระดับ 1.7 V และ 8.2 V จะไม่มีการตอบสนอง

สัญญาณที่ไม่ว่าจะเป็น RGB ผ่านตัวเก็บประจุเพื่อทำการกัปเปิล โดยตัวเก็บประจุมีค่า 22 μ F และมีการลดทอนเมื่อผ่านตัวต้านทาน 2-4 กิโลโอห์ม พลังงานที่ป้อนให้มีความ 1 V_{p-p} โดยสัญญาณทั้ง 3 สัญญาณ ได้จาก output ของ ST มีค่าอยู่ที่ 1.8 V_{p-p} และ 1.2 DC ที่ป้อนให้กับตัว IC ทางด้าน input โดยตำแหน่ง input ขา 3(R) ขา 4(G) และขา 5(B)

การสร้างสัญญาณคลื่นพาร์แสดงในวงจรที่ขา 17 ผ่านไปที่ตัวต้านทาน 2.2 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 0.1 μ F ที่ตัวอนุกรมกันอยู่

หลังจากทุกๆ sync pulse ถูกรวมกับสัญญาณสี โดยประมาณ 5.5 μ s หลังจากสัญญาณซิงค์ ที่มีนำอยู่บริเวณขอบของสัญญาณประมาณ 3 μ s หรือ 10.7 cycles ของสัญญาณคลื่นพาร์ โดยที่เวลาจะไปกระทำโดย R-C timer ซึ่งจะไปเหมือนกับ LM555 หลักการทำงานในโหมดที่มีความเสถียรภาพตัวเก็บประจุ 0.001 μ F คือ ตัวเชื่อมต่อระหว่างขา 1 และกราวด์ และตัวต้านทาน 51 กิโลโอห์ม จะเชื่อมต่อระหว่างขา 1 และขา 8.2 v โดยอ้างอิงกับขา 16 เมื่อสัญญาณซิงค์ เกิดขึ้นตัวเก็บประจุคายประจุจนเมื่อมีแรงดัน 1 v. สัญญาณสีคลื่นพาร์ จะถูกหยุดลง ตัวเก็บประจุเริ่มทำการประจุอย่างต่อเนื่องจนมีค่าประจุ 5 v. ที่จุดนี้แหละ ตัวเก็บประจุมีการคายประจุจนเหลือระดับแรงดันเท่ากับ 0 v. สัญญาณสามารถถูกทำให้สั้นหรือยาวก็ได้ ถ้าในเวลาคงที่ จะมีการเพิ่มขึ้นของสัญญาณหลังจากเวลาผ่านไปนานๆ ตัววงจรแปลงนี้ถ้าเวลาคงที่มันจะลดลง ถ้าเวลาคงที่แล้วมันจะทำให้สัญญาณมีความยาวเกินไป

สัญญาณโทรมาที่ผ่านออกมาจาก วงจรกรองความถี่แบบ Band pass จะถูกนำเข้ามาที่ขา 13 และ 10 จากที่ได้เคยอ้างถึงไปก่อนหน้านั้นแล้วควรใช้วงจรกรองแบบง่าย หากเป็นการออกแบบเองเราควรให้มี BW ประมาณ 1.6-2.0 MHz และที่ศูนย์กลางความถี่อยู่ที่ 3.58 MHz โดยเริ่มจากสัญญาณความถี่ของโทรทัศน์ BW ต้องอยู่ที่ประมาณ 3 MHz โดย Band-Pass จะช่วยให้จำนวนของ Cross-talk ที่เกิดระหว่างสัญญาณ Luminance และ Chrominance และที่ขา 20 ต้องทำการต่อลงกราวด์เพื่อเลือกใช้งานในระบบ NTSC ขา 19 มีให้เพื่อทำการอ้างอิงในส่วนของแรงดันสำหรับ Voltage Control Phasifier (ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับ I และ Q phase shifter ซึ่งมันต้องมีการต่อเข้ากับตัวเก็บประจุ โดยตัวเก็บประจุจะทำการ คีคเปิดสัญญาณลงกราวด์ผ่านตัวเก็บประจุ 0.01 μ f โดยที่ตัวเก็บประจุจะทำให้แรงดันมีความคงที่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแรงดันจะถูกดึงขึ้นไปยังตัวต้านทานโดยจะทำให้มีแรงดัน 8.2 V. หรือลงผ่านตัวต้านทานและลงกราวด์และสียงสีสามารถใช้อุปกรณ์ในการปรับค่าได้

แรงดัน 12 V.จากแหล่งจ่ายถูกต่อไปยังขา 14 แรงดันจากแหล่งจ่ายไม่ต้องการการทำให้เรียบ และ 8.2 v. DC ที่ถูกอ้างอิงแรงดันเพียงพอที่จะไปเลี้ยงขา 16 โดยมีตัวเก็บประจุ 0.1 μ F ต่ออยู่ระหว่างนี้และถูกต่อเข้ากับกราวด์ โดยจะมีการกรองก่อนเพื่อนำไปเป็นแรงดันอ้างอิงและที่ขา 15 ต่อไปยังกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 11 และขา 12 จะมีการคับเปิดโดยตัวเก็บประจุ $0.1 \mu\text{F}$ และต่อไปยังกราวด์ โดยแหล่งจ่ายกระแสกำลังมากถูกส่งไปที่ขาต่างๆโดยสัญญาณสี่ขาจะถูกผลิตโดยวงจรสร้างสี่ขาและสี่ขาถูกผลิตโดยวงจรสร้างสี่ขาโดยจะมีการชดเชยสำหรับวงจรบาลานซ์มอดูเลเตอร์บางส่วน และที่ขา 7 จะมีการคับเปิดโดยตัวเก็บประจุค่า $0.01 \mu\text{F}$ และต่อลงกราวด์ ขา 9 นี้จะเป็นการรวมสัญญาณ Video ทางด้าน output ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ทางด้าน output เท่ากับ 50Ω จะทำการขับสัญญาณที่มี อิมพีแดนซ์ 75Ω จากปลายสายของจอภาพ ผ่านตัวต้านทาน 25Ω ที่ต่ออนุกรมอยู่กับขา 9 และมีสาย coaxial ที่มี อิมพีแดนซ์ 75Ω มีการเชื่อมต่อกับปลายสายที่จอภาพด้วยสาย coaxial

3.3 วงจรส่งสัญญาณ

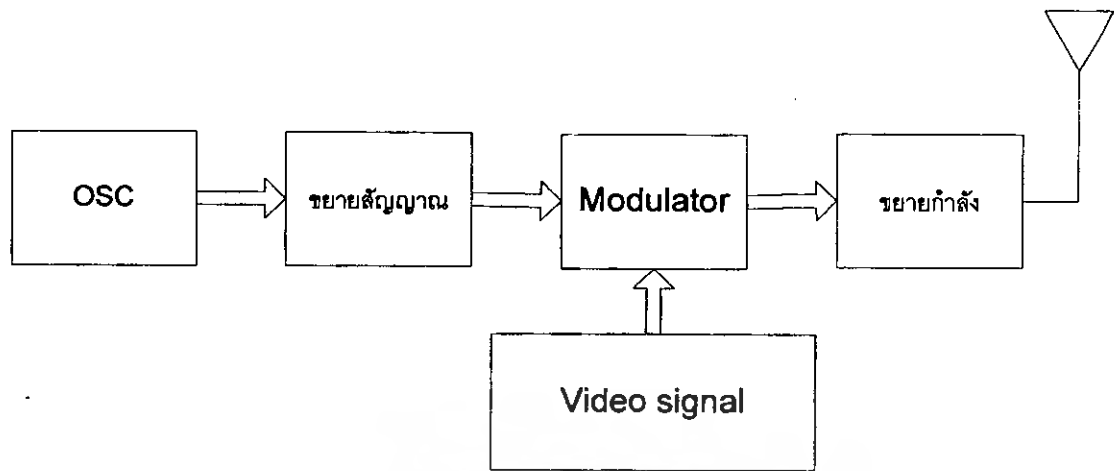
1. วงจรกำเนิดความถี่ ทำหน้าที่ผลิตความถี่ที่ใช้เป็นความถี่คลื่นพาห์ของสัญญาณโทรทัศน์ และถือว่าเป็นความถี่หลักของวงจรส่งสัญญาณภาพ
2. วงจรขยายสัญญาณ จะขยายสัญญาณที่มาจากวงจรถ่ายความถี่ให้มีความแรงขึ้นมากพอที่นำไปขับวงจรขยายกำลังได้
3. วงจรกำเนิดความถี่แบบ VCO ทำหน้าที่กำเนิดความถี่กลาง 5.5 MHz
4. วงจรขยายกำลัง วงจรนี้นอกจากจะขยายสัญญาณให้มีกำลังสูงขึ้นเป็นครั้งสุดท้ายก่อนส่งออกอากาศแล้วยังทำหน้าที่เป็นตัวมอดูเลตสัญญาณภาพเข้ากับความถี่คลื่นพาห์ของสัญญาณภาพในแบบ AM อีกด้วย

วงจรส่งสัญญาณภาพในรูปที่ 3.3 ในส่วนของวงจรถ่ายความถี่แบบ LC ชนิดกราวด์-เบสคอลพิตส์ โดยมี L_1 กับทรินเมอร์ C_4 ประกอบกันเป็นวงจรจูนทางเอาต์พุต สำหรับปรับความถี่คลื่นพาห์ภาพให้ได้ตามต้องการในช่วง $450 \text{ MHz} - 550 \text{ MHz}$ R_1, R_2, R_3 จัดเป็นวงจรไบอัสให้กับ Q_1 โดยมี C_1 ทำหน้าที่ตัดความถี่สูงที่ขาเบส C_2 กับ C_3 ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดันกำหนดอัตราส่วนของสัญญาณที่จะทำการป้อนกลับจากคอลเล็กเตอร์มายังอิมิตเตอร์ ดังนั้น C_3 จึงไม่ใช่เป็นตัวเก็บประจุบายพาสสัญญาณดังเช่นกรณีทั่วๆ ไป

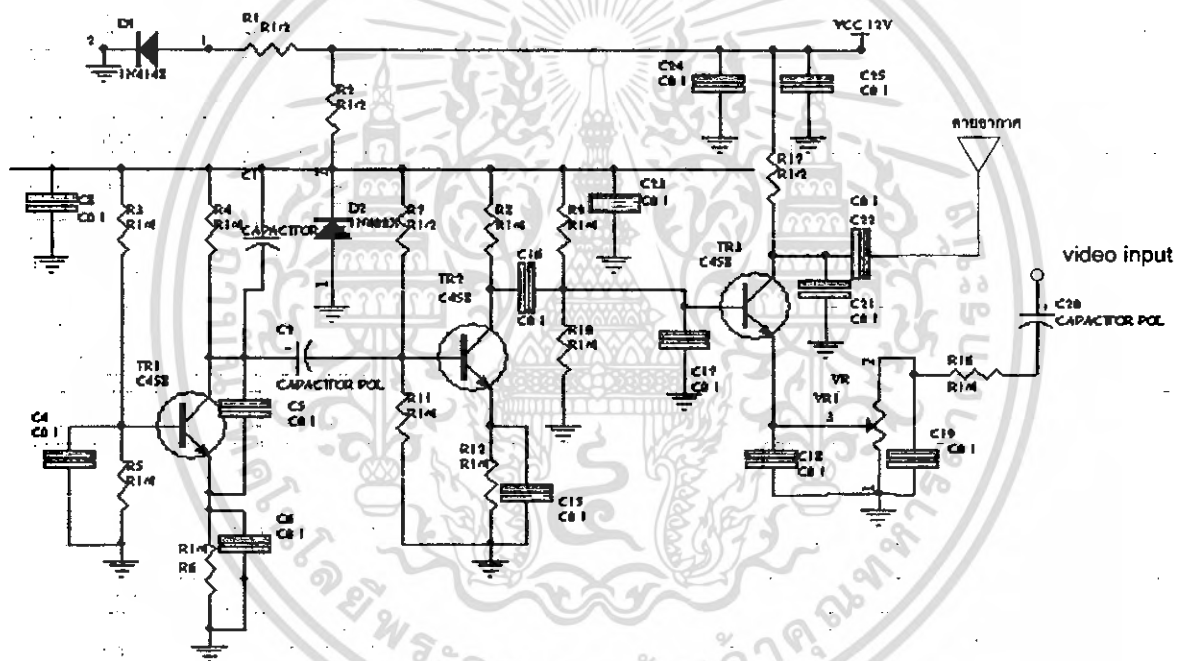
ความถี่ที่กำเนิดได้นี้จะถูกส่งไปขยายให้มีความแรงขึ้นโดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิง C_5 ไปยัง Q_2 ซึ่งต่อเป็นวงจรขยายสัญญาณ R_4, R_5, R_6 เป็นวงจรจัดไบอัสให้กับ Q_2 ในขณะที่เดวิดกันก็ทำหน้าที่เป็น RF โช๊ค ป้องกันไม่ให้ความถี่คลื่นพาห์ภาพ ออกไปยังแหล่งจ่ายไฟได้ด้วย

เนื่องจากต้องการให้วงจรทั้งสองภาคแรกนี้มีเสถียรภาพทางความถี่มากกว่าความต้องการทางกำลังงานจึงทำเรอเลตแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนที่ป้อนให้กับวงจรทั้ง 2 ภาคนี้ ด้วยซีเนอร์ไดโอด Z_1 โดยมีค่า R_7 เป็นตัวจำกัดกระแสและกรองให้เรียบขึ้นด้วยตัวเก็บประจุ C_8 กับ C_9 สัญญาณที่ผ่านการขยายแล้วจะถูกคัปปลิงผ่านตัวเก็บประจุ C_7 ไปยัง Q_4 ที่ต่อเป็นวงจรขยายกำลังและเป็นวงจรมอดูเลตแบบ AM ด้วย R_7 กับ R_8 เป็นตัวต้านทานไบอัสให้กับ Q_4 L_3 ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ L_2 และเนื่องจากที่ภาคนี้เราต้องการกำลังงานที่สูงกว่าภาคอื่นๆ แหล่งจ่ายไฟกับภาคนี้ จึงมาจากแหล่งจ่ายไฟหลักโดยตรง โดยมี C_{10}, C_{11} และ C_{23} เป็นตัวกรองกระแสสำหรับสัญญาณภาพที่เข้าทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์นั้น จะถูกคัปปลิงและปรับขนาดความแรงของสัญญาณให้เหมาะสมด้วย C_{13}, C_{14}, C_{15} และ R_{10} โดยมี VR_1 เป็นตัวปรับเปอร์เซ็นต์การมอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 บล็อกโคอะแกรมของวงจรส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.3 รูปวงจรส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบสัญญาณเอาต์พุตจากการ์ดจอของคอมพิวเตอร์

วิธีการทดสอบสัญญาณ Horizontal sync , Vertical sync และสัญญาณ R,G,B ก็สามารถที่จะทำได้โดยใช้ ออสซิลโลสโคปวัดที่ขาของแต่ละสัญญาณเทียบกับกราวด์ของแต่ละสัญญาณ ก็จะได้สัญญาณออกมาตามรูป



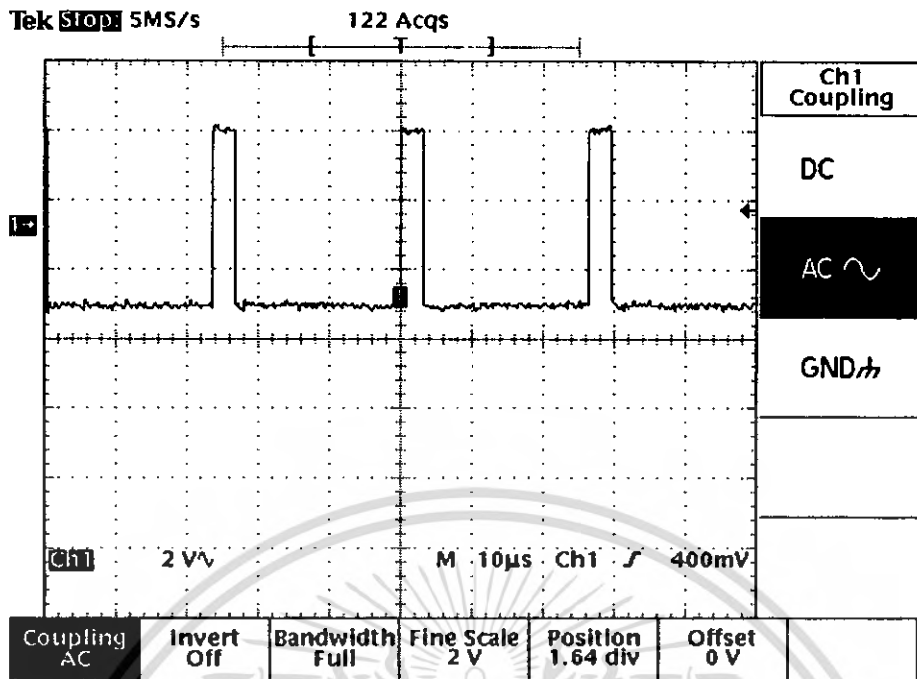
HD-D-sub 15 Female HD-D-sub 15 Male

รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งขาต่างๆของ D-Sub พอร์ต

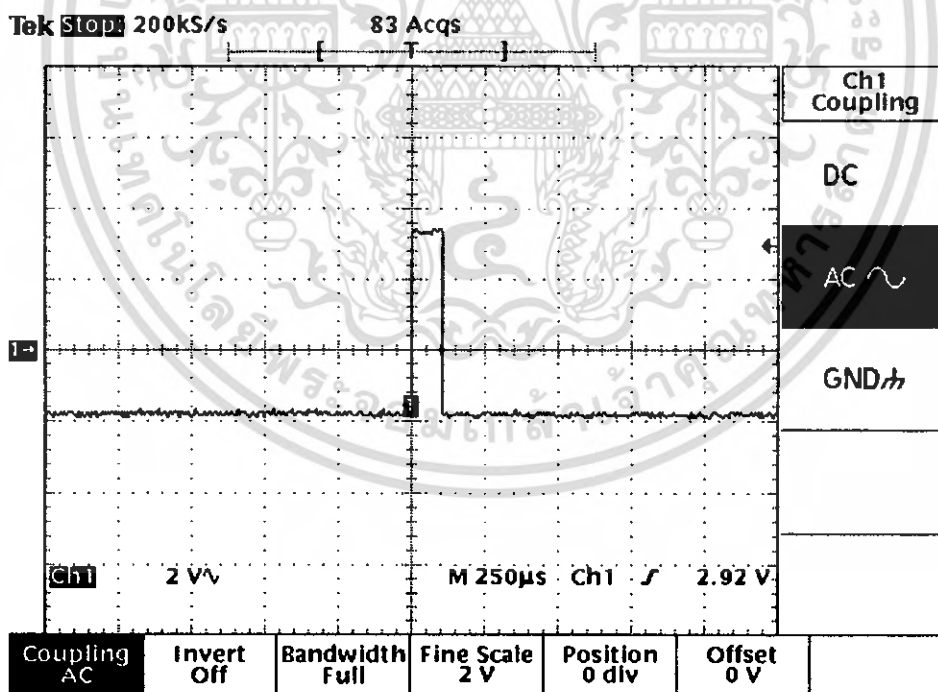
ตารางที่ 4.1 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆ ของ D-Sub พอร์ต

Pin	Name	Direction	Description
1	RED	PC-to-monitor	Red Video (75 ohm, 0.7 V p-p)
2	GREEN	PC-to-monitor	Green Video (75 ohm, 0.7 V p-p)
3	BLUE	PC-to-monitor	Blue Video (75 ohm, 0.7 V p-p)
4	ID2	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 2
5	GND	N/A	Ground
6	RGND	N/A	Red Ground
7	GGND	N/A	Green Ground
8	BGND	N/A	Blue Ground
9	KEY	N/A	Key (No pin)
10	SGND	N/A	Sync Ground
11	ID0	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 0
12	ID1 or SDA	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 1
13	HSYNC or CSYNC	PC-to-monitor	Horizontal Sync (or Composite Sync)
14	VSYNC	PC-to-monitor	Vertical Sync
15	ID3 or SCL	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

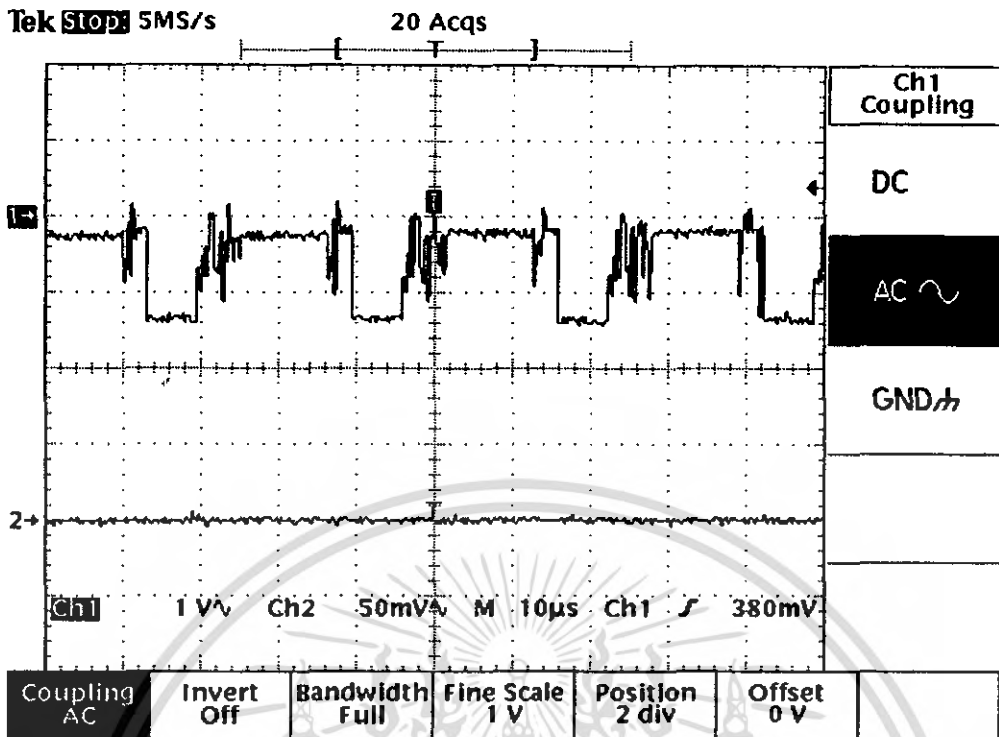


รูปที่ 4.2 สัญญาณ Horizontal Sync

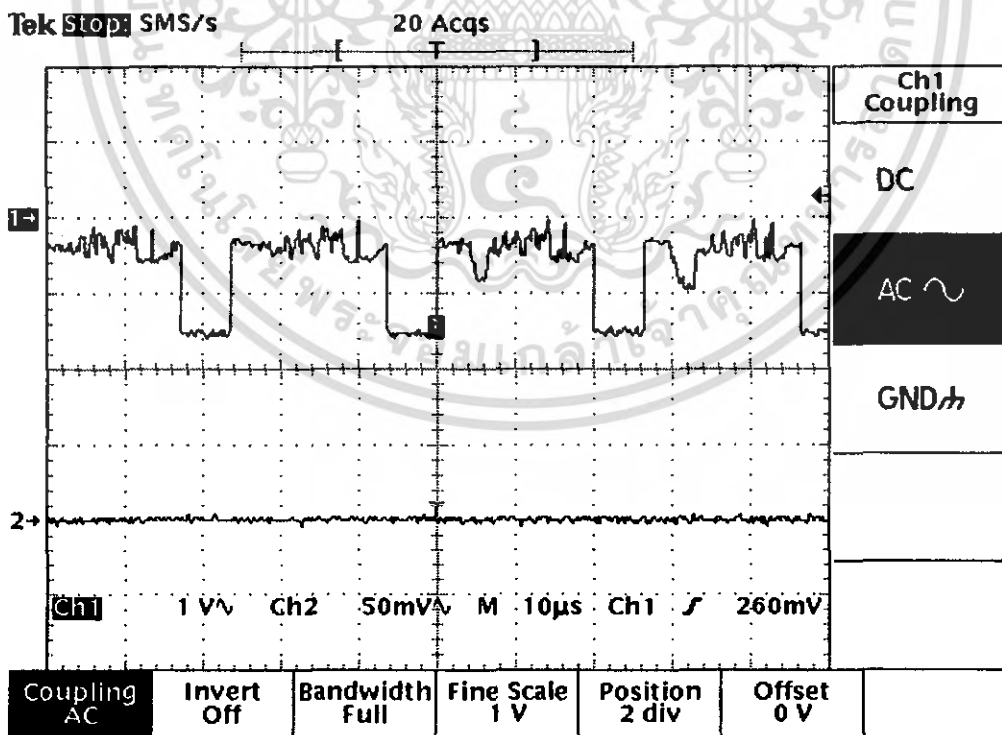


รูปที่ 4.3 สัญญาณ Vertical Sync

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

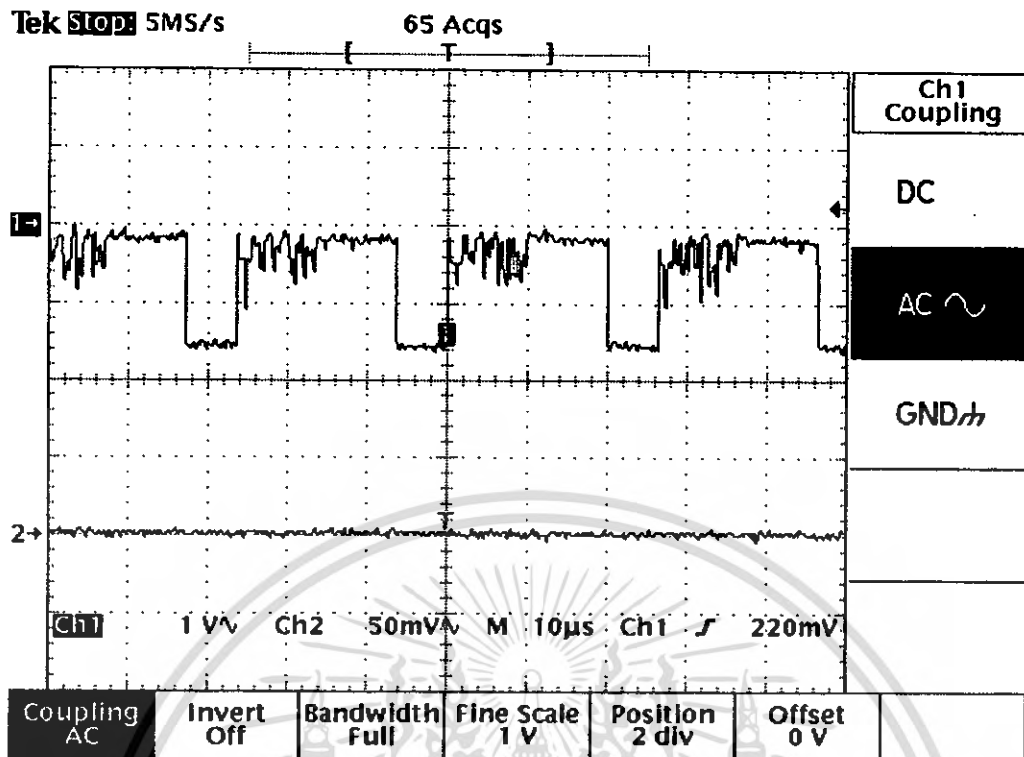


รูปที่ 4.4 สัญญาณสีแดง (Red)



รูปที่ 4.5 สัญญาณสีเขียว (Green)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

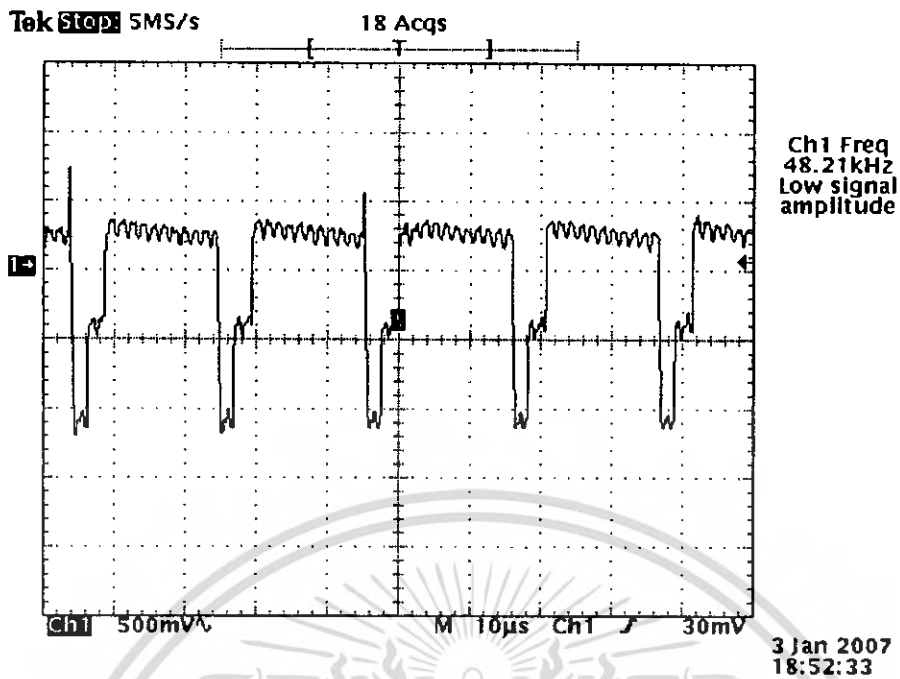


รูปที่ 4.6 สัญญาณสีน้ำเงิน (Blue)

4.2 การทดสอบวงจรรวมสัญญาณ

เมื่อเราได้ทราบลักษณะของสัญญาณที่ต้องการทั้ง 5 สัญญาณ เรียบร้อยแล้ว ในขั้นคอนต่อไปก็จะเป็นการนำสัญญาณทั้ง 5 มารวมกันให้เป็นสัญญาณ composite video โดยจะใช้วงจรรวมสัญญาณในรูปแบบที่ 3.1 ซึ่งเป็นวงจรรวมสัญญาณ RGB กับสัญญาณ sync เข้าด้วยกัน ซึ่งเราได้ทราบว่าสัญญาณทั้ง 5 นั้นเป็นสัญญาณพัลส์ซึ่งเมื่อรวมสัญญาณเรียบร้อยแล้วสัญญาณที่ได้ออกมาจึงเป็นสัญญาณพัลส์เช่นกัน โดยจะเป็นพัลส์ที่มีสัญญาณภาพอยู่บนสัญญาณ sync มีความถี่อยู่ประมาณในช่วง 50 kHz ในเมื่อสัญญาณที่เราได้ออกมาจากวงจรรวมสัญญาณนั้นเป็นพัลส์ในรูปแบบของสัญญาณ AV ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องนำสัญญาณไปแปลงให้เป็นสัญญาณรูปแบบอื่น โดยสามารถที่จะนำสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรรวมสัญญาณ ไปเข้าที่อินพุตของวงจรส่งสัญญาณหรือเข้าที่เครื่องรับโทรทัศน์ได้เลย ซึ่งรูปสัญญาณจากวงจรรวมสัญญาณก็จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.7

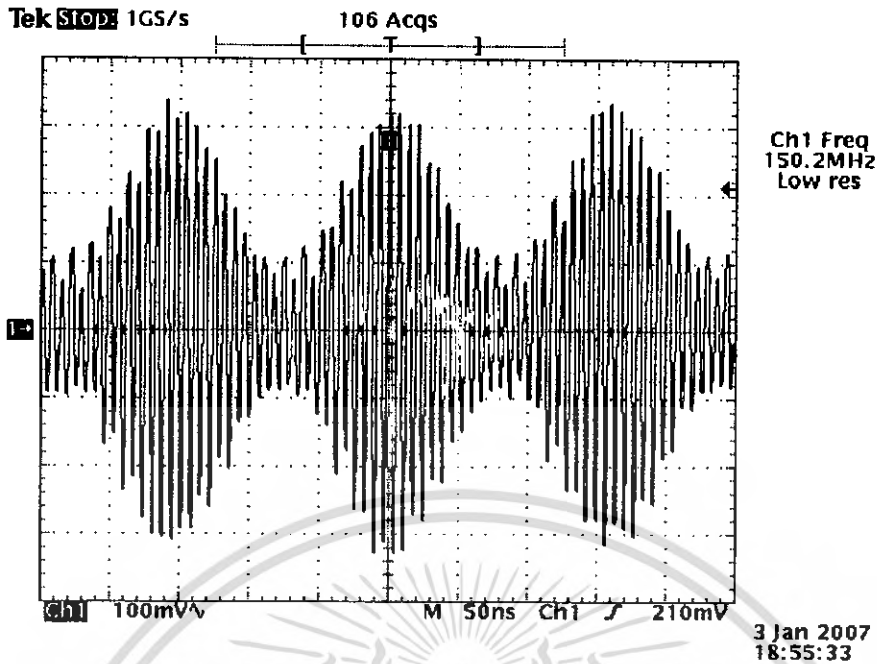
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



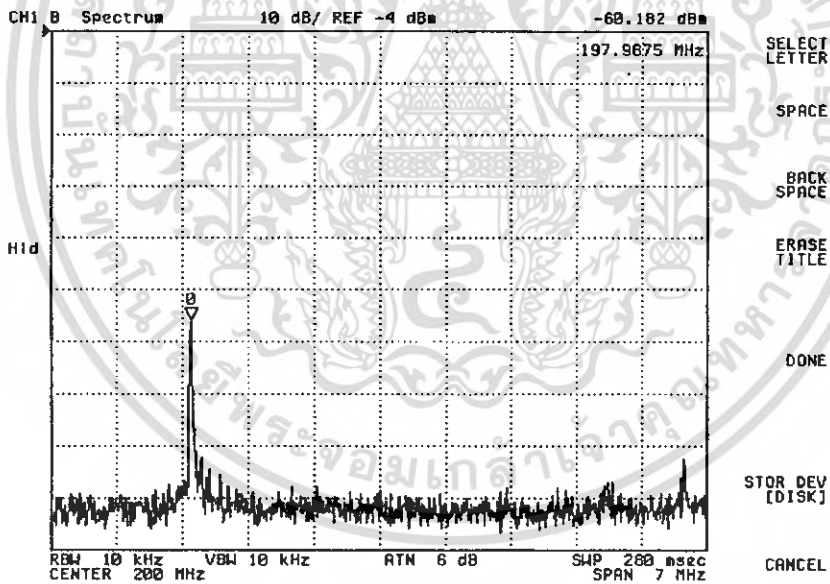
รูปที่ 4.7 สัญญาณ composite video

เมื่อเราได้สัญญาณที่เป็นสัญญาณรวมของสัญญาณ RGB และสัญญาณ sync มาเรียบร้อยแล้วในขั้นตอนต่อไป, เราจะต้องนำสัญญาณที่ได้ไปทำการส่งออกอากาศโดยใช้คลื่นวิทยุ ซึ่งในที่นี้จะส่งออกในช่วงความถี่ย่าน VHF ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณวิทยุหรือโทรทัศน์ โดยที่ความถี่ในช่วง VHF นั้นจะมีความถี่อยู่ในช่วง 30-300 MHz และสามารถส่งสัญญาณได้เป็นระยะทางประมาณ 10 เมตรซึ่งระยะทางในการส่งสัญญาณอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า 10 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมเป็นหลัก และเมื่อนำสัญญาณที่มาจากเอาต์พุตของวงจรรวมสัญญาณมาทำการมอดูเลตกับสัญญาณคลื่นพาห์ในวงจรส่งสัญญาณ ก็จะได้สัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นดังรูปที่ 4.8 โดยที่จะเป็นสัญญาณที่พร้อมจะส่งออกอากาศได้ทันทีซึ่งจะมีความถี่ที่ส่งออกประมาณ 190 MHz และสเปกตรัมของสัญญาณเอาต์พุตก็จะแสดงดังในรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 สัญญาณเอาต์พุตที่ออกจากวงจรส่งสัญญาณ



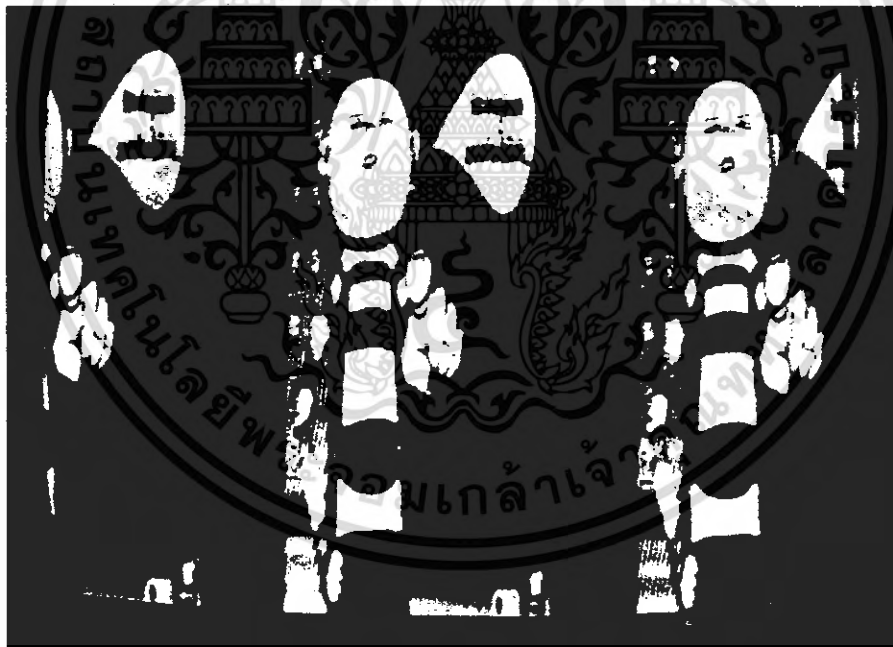
รูปที่ 4.9 สเปกตรัมของสัญญาณเอาต์พุตที่ภาคส่งสัญญาณ

เมื่อนำเอาสัญญาณที่ได้นั้นส่งออกไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะมีภาพเหมือนกับที่หน้าจอของคอมพิวเตอร์ปรากฏขึ้นที่จอของเครื่องรับโทรทัศน์ดังในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ภาพที่หน้าจอของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.11 สัญญาณที่รับได้จากเครื่องรับโทรทัศน์

จากรูป 4.10 และ 4.11 จะเห็นว่าสัญญาณภาพที่หน้าจอของคอมพิวเตอร์และภาพที่รับได้จากเครื่องรับโทรทัศน์เป็นภาพเดียวกันแต่ภาพที่รับได้ที่เครื่องรับโทรทัศน์จะมีปัญหาภาพซ้อนเกิดขึ้นมา สาเหตุเนื่องมาจากสัญญาณ sync จึงจำเป็นต้องมีการปรับแต่งวงจรในส่วน of สัญญาณ sync เพิ่มขึ้นมาอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงรูปปั้นงานด้านนอก



รูปที่ 4.13 แสดงรูปปั้นงานด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

จอแสดงภาพไร้สาย

จากผลการทดลองได้ทำการสร้างในส่วนของวงจรรวมสัญญาณ Out put ที่ออกจากการ์ดจอคอมพิวเตอร์ ทั้งหมด 5 สัญญาณ ได้แก่สัญญาณ Red, Green, Blue และสัญญาณ Ver Sync , Hor Sync เข้ามาทำการรวมเป็นสัญญาณ Composite Video ซึ่งจะได้สัญญาณที่มีสัญญาณเป็นลักษณะของพัลส์ และทำการสร้างวงจรส่งสัญญาณในย่านความถี่ VHF ทำการมอดูเลต แบบ AM เพื่อทำการส่งออกอากาศไป ยังภาครับสัญญาณ โทรทัศน์

ปัญหาที่พบในการทดลอง

เนื่องจากการทดลองเป็นการรวมสัญญาณ Video Out จากการ์ดจอ Computer ดังนั้นอุปกรณ์ประเภท IC ต่างๆ จึงต้องทำการสั่งซื้อและยังหายาก อีกทั้งข้อมูลต่างๆ ยังเป็นสิ่งที่ยังไม่แพร่หลายนักในปัจจุบัน และเมื่อทำการทดลองสัญญาณมีลักษณะเหมือนในข้อมูลอ้างอิงแต่เกิดการผิดเพี้ยนทางเวลาทำให้รูปสัญญาณที่ได้เกิดเป็นภาพซ้อน ขึ้นมานั่นเอง

แนวทางการแก้ปัญหา

เนื่องจากปัญหาที่พบในเรื่องของภาพที่ได้จากวงจรรวมสัญญาณนั้นมีลักษณะเป็นภาพซ้อน อันเนื่องมาจากความต่างกันทางความละเอียดของสัญญาณที่ออกมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ โทรทัศน์ ดังนั้นหากต้องการให้ภาพออกมามีลักษณะที่สมบูรณ์ จึงต้องทำการปรับความละเอียดของภาพคอมพิวเตอร์ให้มีลักษณะใกล้เคียง กับความละเอียดของจอโทรทัศน์

แนวทางในการพัฒนา

เนื่องจากว่าผลที่ได้ออกมาเป็นรูปสัญญาณที่ไม่ได้คุณภาพตามต้องการ แต่ว่าสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อในเชิงพาณิชย์ได้โดยจะเสนอแนวทางในการพัฒนาไว้ 2 แนวทางด้วยกัน

1. ทำเป็นแบบส่งสัญญาณเข้า TV โดยเป็นแบบที่ไม่ใช่ wireless ซึ่งจะต้องใช้กระบวนการทาง software มาช่วยในการแก้ปัญหาในการเกิดภาพซ้อน โดยจะใช้ software ในการหน่วงเวลาของสัญญาณก่อนแล้วจึงส่งสัญญาณไปเข้าที่จอภาพซึ่งก็จะทำให้สัญญาณภาพนั้นมีความชัดเจนกว่าเดิม

2. ถ้าทำเป็นแบบไร้สายก็จะต้องใช้กระบวนการทาง software มาช่วยในการหน่วงเวลาของสัญญาณก่อนที่จะทำการส่งออกแต่การใช้กระบวนการทาง software นั้นสัญญาณจะต้องถูกแปลงเป็นสัญญาณ analog เสียก่อนแต่เนื่องจากการส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณ digital นั้นไม่มีอุปกรณ์ส่งใดที่สามารถส่งสัญญาณ digital ที่ความเร็วถึง 30 Mbps ได้ ดังนั้นจึงถือว่าเป็นข้อจำกัดอีกข้อหนึ่งซึ่งในการแก้ปัญหาตรงส่วนนี้ก็จะสามารถแก้ไขได้โดยแปลงสัญญาณกลับเป็น analog แล้วจึงทำการส่งหรืออาจจะสร้างอุปกรณ์ที่สามารถส่งข้อมูล digital ที่ความเร็ว 30 Mbps ขึ้นเองซึ่งก็จะทำให้มีกระบวนการที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- [1] ศุภสิทธิ์ นาคเสน. “ครบเครื่องเรื่องการ์ดจอ.” กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส. 2545.
- [2] สุทธิพันธ์ แสนละเอียด. “ติดตั้งและแก้ปัญหา ฉบับช่างคอมมืออาชีพ.” กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส. 2548.
- [3] ธวัช เมฆสวรรค์ และ โยชิคาซึ ซาวามูระ. “TEXT BOOK OF COLOR TELEVISION
ENGINEERING.” พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดวงกมล. 2537.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

Order this document by MC1377/D

MC1377

Color Television RGB to PAL/NTSC Encoder

The MC1377 will generate a composite video from baseband red, green, blue, and sync inputs. On board features include: a color subcarrier oscillator; voltage controlled 90° phase shifter; two double sideband suppressed carrier (DSBSC) chroma modulators; and RGB input matrices with blanking level clamps. Such features permit system design with few external components and accordingly, system performance comparable to studio equipment with external components common in receiver systems.

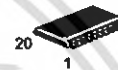
- Self-contained or Externally Driven Reference Oscillator
- Chroma Axes, Nominally 90° (±5°), are Optionally Trimable
- PAL/NTSC Compatible
- Internal 8.2 V Regulator

COLOR TELEVISION RGB to PAL/NTSC ENCODER

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 738

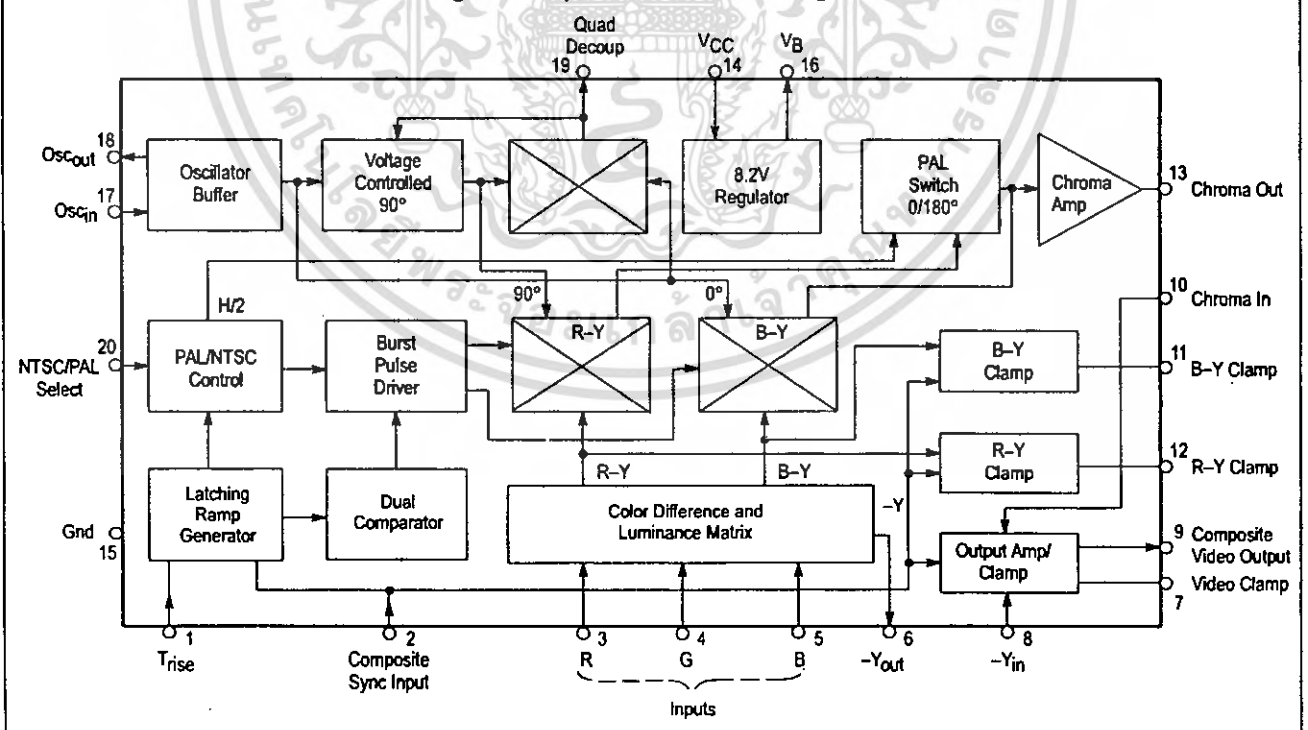


DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D
(SO-20L)

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC1377DW	T _A = 0° to +70°C	SO-20L
MC1377P		Plastic DIP

Figure 1. Representative Block Diagram



© Motorola, Inc. 1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC1377

MAXIMUM OPERATING CONDITIONS

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{CC}	15	V _{dc}
Storage Temperature	T _{stg}	-65 to +150	°C
Power Dissipation Package Derate above 25°C	P _D	1.25 10	W mW/°C
Operating Temperature	T _A	0 to +70	°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Characteristics	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage	10	12	14	V _{dc}
I _B Current (Pin 16)	0	-	-10	mA
Sync, Blanking Level (DC level between pulses, see Figure 9e)	1.7	-	8.2	V _{dc}
Sync Tip Level (see Figure 9e)	-0.5	0	0.9	μs
Sync Pulse Width (see Figure 9e)	2.5	-	5.2	μs
R, G, B Input (Amplitude)	-	1.0	-	V _{pp}
R, G, B Peak Levels for DC Coupled Inputs, with Respect to Ground	2.2	-	4.4	V
Chrominance Bandwidth (Non-comb Filtered Applications), (6 dB)	0.5	1.5	2.0	MHz
Ext. Subcarrier Input (to Pin 17) if On-Chip Oscillator is not used.	0.5	0.7	1.0	V _{pp}

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 12 V_{dc}, T_A = 25°C, circuit of Figure 7, unless otherwise noted.)

Characteristics	Pins	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
SUPPLY CURRENT						
Supply Current into V _{CC} , No Load, on Pin 9. Circuit Figure 7	14	I _{CC}	-	33	-	mA
			-	34	-	
			20	35	40	
			-	36	-	
			-	37	-	

VOLTAGE REGULATOR

Characteristics	Pins	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
V _B Voltage (I _B = -10 mA, V _{CC} = 12 V, Figure 7)	16	V _B	7.7	8.2	8.7	V _{dc}
Load Regulation (0 < I _B ≤ 10 mA, V _{CC} = 12 V)		Reg _{load}	-20	120	+30	mV
Line Regulation (I _B = 0 mA, 10 V < V _{CC} < 14 V)		Reg _{line}	-	4.5	-	mV/V

OSCILLATOR AND MODULATION

Characteristics	Pins	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Oscillator Amplitude with 3.58 MHz/4.43 MHz crystal	17	Osc	-	0.6	-	V _{pp}
Subcarrier Input: Resistance at 3.58 MHz 4.43 MHz	17	R _{osc}	-	5.0	-	kΩ
		C _{osc}	-	4.0	-	pF
Modulation Angle (R-Y) to (B-Y) Angle Adjustment (R-Y) DC Bias Voltage	-	∅ _m	-	±5	-	Deg
	19	Δ∅ _m	-	0.25	-	Deg/μA
	19	V ₁₉	-	6.4	-	V _{dc}

CHROMINANCE AND LUMINANCE

Characteristics	Pins	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Chroma Input DC Level Chroma Input Level for 100% Saturation	10	V _{in}	-	4.0	-	V _{dc}
		V _{pp}	-	0.7	-	V _{pp}
Chroma Input: Resistance Capacitance		R _{in}	-	10	-	kΩ
		C _{in}	-	2.0	-	pF
Chroma DC Output Level Chroma Output Level at 100% Saturation	13	V _{out}	8.9	10	10.9	V _{dc}
		V _{pp}	-	1.0	-	V _{pp}
Chroma Output Resistance		R _{out}	-	50	-	Ω
Luminance Bandwidth (-3.0 dB), Less Delay Line	9	BWL _{uma}	-	8.0	-	MHz

MC1377

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 12 \text{ Vdc}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, circuit of Figure 7, unless otherwise noted.)

Characteristics	Pins	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
VIDEO INPUT						
R, G, B Input DC Levels	3, 4, 5	RGB	2.8	3.3	3.8	Vdc
R, G, B Input for 100% Color Saturation			-	1.0	-	V _{pp}
R, G, B Input: Resistance Capacitance			R _{RGB} C _{RGB}	8.0 -	10 2.0	17 -
Sync Input Resistance ($1.7 \text{ V} < \text{Input} < 8.2$)	2	Sync	-	10	-	kΩ
COMPOSITE VIDEO OUTPUT						
Composite Output, 100% Saturation (see Figure 8d)	9	CV _{out}	-	0.6	-	V _{pp}
			-	1.4	-	
			-	1.7	-	
			-	0.6	-	
Output Impedance (Note 1)		R _{video}	-	50	-	Ω
Subcarrier Leakage in Output (Note 2)		V _{lk}	-	20	-	mV _{pp}

- NOTES: 1. Output Impedance can be reduced to less than 10 Ω by using a 150 Ω output load from Pin 9 to ground. Power supply current will increase to about 60 mA.
2. Subcarrier leakage can be reduced to less than 10 mV with optional circuitry (see Figure 12).

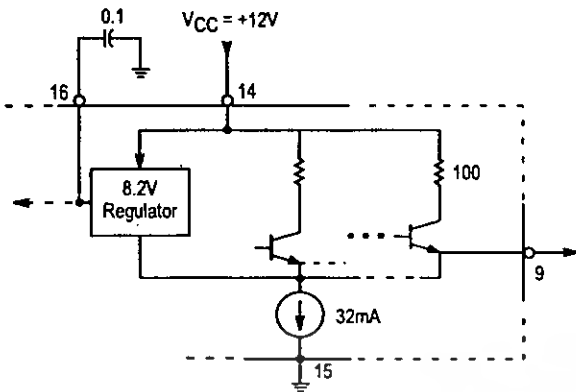
PIN FUNCTION DESCRIPTIONS

Symbol	Pin	Description
t _r	1	External components at this pin set the rise time of the internal ramp function generator (see Figure 10).
Sync	2	Composite sync input. Presents 10 kΩ resistance to input.
R	3	Red signal input. Presents 10 kΩ impedance to input. 1.0 V _{pp} required for 100% saturation.
G	4	Green signal input. Presents 10 kΩ impedance to input. 1.0 V _{pp} required for 100% saturation.
B	5	Blue signal input. Presents 10 kΩ impedance to input. 1.0 V _{pp} required for 100% saturation.
-Y _{out}	6	Luma (-Y) output. Allows external setting of luma delay time.
V _{clamp}	7	Video Clamp pin. Typical connection is a 0.01 μF capacitor to ground.
-Y _{in}	8	Luma (-Y) input. Presents 10 kΩ input impedance.
CV _{out}	9	Composite Video output. 50 Ω output impedance.
Chroma _{in}	10	Chroma input. Presents 10 kΩ input impedance.
B-Y _{clamp}	11	B-Y clamp. Clamps B-Y during blanking with a 0.1 μF capacitor to ground. Also used with R-Y clamp to null residual color subcarrier in output.
R-Y _{clamp}	12	R-Y clamp. Clamps R-Y during blanking with a 0.1 μF capacitor to ground. Also used with B-Y clamp to null residual color subcarrier in output.
Chroma _{out}	13	Chroma output. 50 Ω output impedance.
V _{CC}	14	Power supply pin for the IC; +12, ± 2.0 V, required at 35 mA (typical).
Gnd	15	Ground pin.
V _B	16	8.2 V reference from an internal regulator capable of delivering 10 mA to external circuitry.
Osc _{in}	17	Oscillator input. A transistor base presents 5.0 kΩ to an external subcarrier input, or is available for constructing a Colpitts oscillator (see Figure 4).
Osc _{out}	18	Oscillator output. The emitter of the transistor, with base access at Pin 17, is accessible for completing the Colpitts oscillator. See Figure 4.
∅ _m	19	Quad decoupler. With external circuitry, R-Y to B-Y relative angle errors can be corrected. Typically, requires a 0.01 μF capacitor to ground.
NTSC/PAL Select	20	NTSC/PAL switch. When grounded, the MC1377 is in the NTSC mode; if unconnected, in the PAL mode.

MC1377

FUNCTIONAL DESCRIPTION

Figure 2. Power Supply and V_B



Power Supply and V_B (8.2 V Regulator)

The MC1377 pin for power supply connection is Pin 14. From the supply voltage applied to this pin, the IC biases internal output stages and is used to power the 8.2 V internal regulator (V_B at Pin 16) which biases the majority of internal circuitry. The regulator will provide a nominal 8.2 V and is capable of 10 mA before degradation of performance. An equivalent circuit of the supply and regulator is shown in Figure 2.

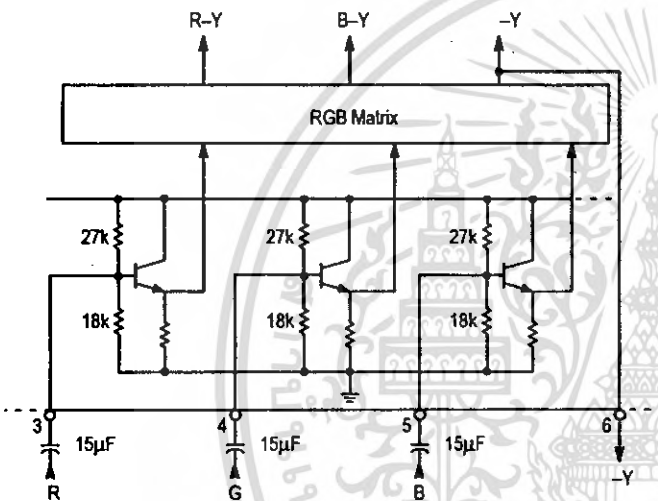
R, G, B Inputs

The RGB inputs are internally biased to 3.3 V and provide 10 k Ω of input impedance. Figure 3 shows representative input circuitry at Pins 3, 4, and 5.

The input coupling capacitors of 15 μ F are used to prevent tilt during the 50/60 Hz vertical period. However, if it is desired to avoid the use of the capacitors, then inputs to Pins 3, 4, and 5 can be dc coupled provided that the signal levels are always between 2.2 V and 4.4 V.

After input, the separate RGB information is introduced to the matrix circuitry which outputs the R-Y, B-Y, and -Y signals. The -Y information is routed out at Pin 6 to an external delay line (typically 400 ns).

Figure 3. RGB Input Circuitry



DSBSC Modulators and 3.58 MHz Oscillator

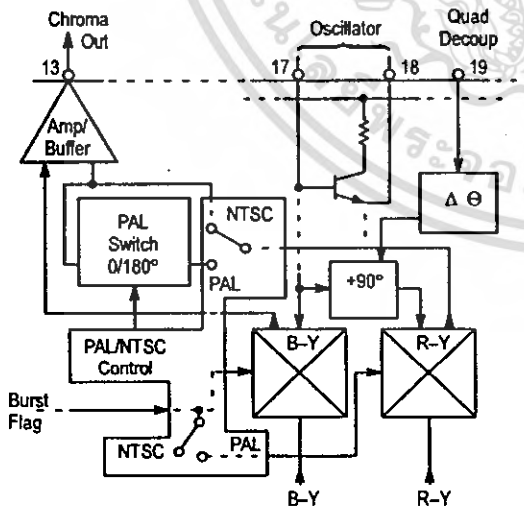
The R-Y and B-Y outputs (see (B-Y)/(R-Y) Axes versus I/Q Axes, Figure 22) from the matrix circuitry are amplitude modulated onto the 3.58/4.43 MHz subcarrier. These signals are added and color burst is included to produce composite chroma available at Pin 13. These functions plus others, depending on whether NTSC or PAL operation is chosen, are performed in the chroma section. Figure 4 shows a block diagram of the chroma section.

The MC1377 has two double balanced mixers, and regardless of which mode is chosen (NTSC or PAL), the mixers always perform the same operation. The B-Y mixer modulates the color subcarrier directly, the R-Y mixer receives a 90 $^\circ$ phase shifted color subcarrier before being modulated by the R-Y baseband information. Additional operations are then performed on these two signals to make them NTSC or PAL compatible.

In the NTSC mode, the NTSC/PAL control circuitry allows an inverted burst of 3.58 MHz to be added only to the B-Y signal. A gating pulse or "burst flag" from the timing section permits color burst to be added to the B-Y signal. This color burst is 180 $^\circ$ from the B-Y signal and 90 $^\circ$ away from the R-Y signal (see Figure 22) and permits decoding of the color information. These signals are then added and amplified before being output, at Pin 13, to be bandpassed and then reintroduced to the IC at Pin 10.

In the PAL mode, NTSC/PAL control circuitry allows an inverted 4.43 MHz burst to be added to both R-Y and B-Y equally to produce the characteristic PAL 225 $^\circ$ /135 burst phase. Also, the R-Y information is switched alternately from 180 $^\circ$ to 0 $^\circ$ of its original position and added to the B-Y information to be amplified and output.

Figure 4. Chroma Section



Timing Circuitry

The composite sync input at Pin 2 performs three important functions: it provides the timing (but not the amplitude) for the sync in the final output; it drives the black level clamps in the modulators and output amplifier; and it triggers the ramp generator at Pin 1, which produces burst envelope and PAL switching. A representative block diagram of the timing circuitry is shown in Figure 5.

In order to produce a color burst, a burst envelope must be generated which "gates" a color subcarrier into the R-Y and B-Y modulators. This is done with the ramp generator at Pin 1.

The ramp generator at Pin 1 is an R-C type in which the pin is held low until the arrival of the leading edge of sync. The rising ramp function, with time constant R-C, passes through two level sensors - the first one starts the gating pulse and the second stops it (see Figure 10). Since the "early" part of the exponential is used, the timing provided is relatively accurate from chip-to-chip and assembly-to-assembly. Fixed components are usually adequate. The ramp continues to rise for more than half of the line interval, thereby inhibiting burst generation on "half interval" pulses on vertical front and back porches. The ramp method will produce burst on the vertical front and back "porches" at full line intervals.

R-Y, B-Y Clamps and Output Clamp/Amplifier

The sync signal, shown in the block diagram of Figure 6, drives the R-Y and B-Y clamps which clamp the R-Y and B-Y signals to reference black during the blanking periods. The output amplifier/clamp provides this same function plus combines and amplifies the chroma and luma components for composite video output.

Application Circuit

Figure 7 illustrates the block diagram of the MC1377 and the external circuitry required for typical operation.

Figure 5. Timing Circuitry

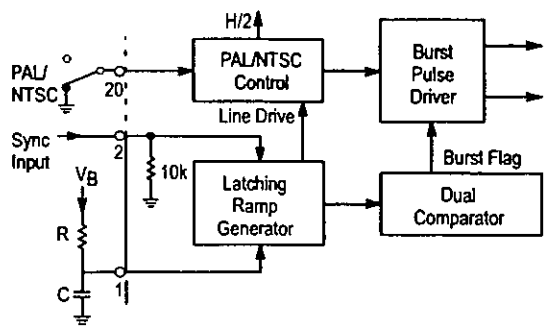


Figure 6. R-Y, B-Y and Output Amplifier Clamps

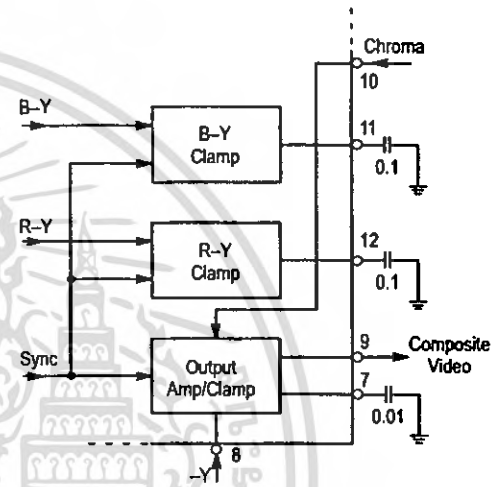
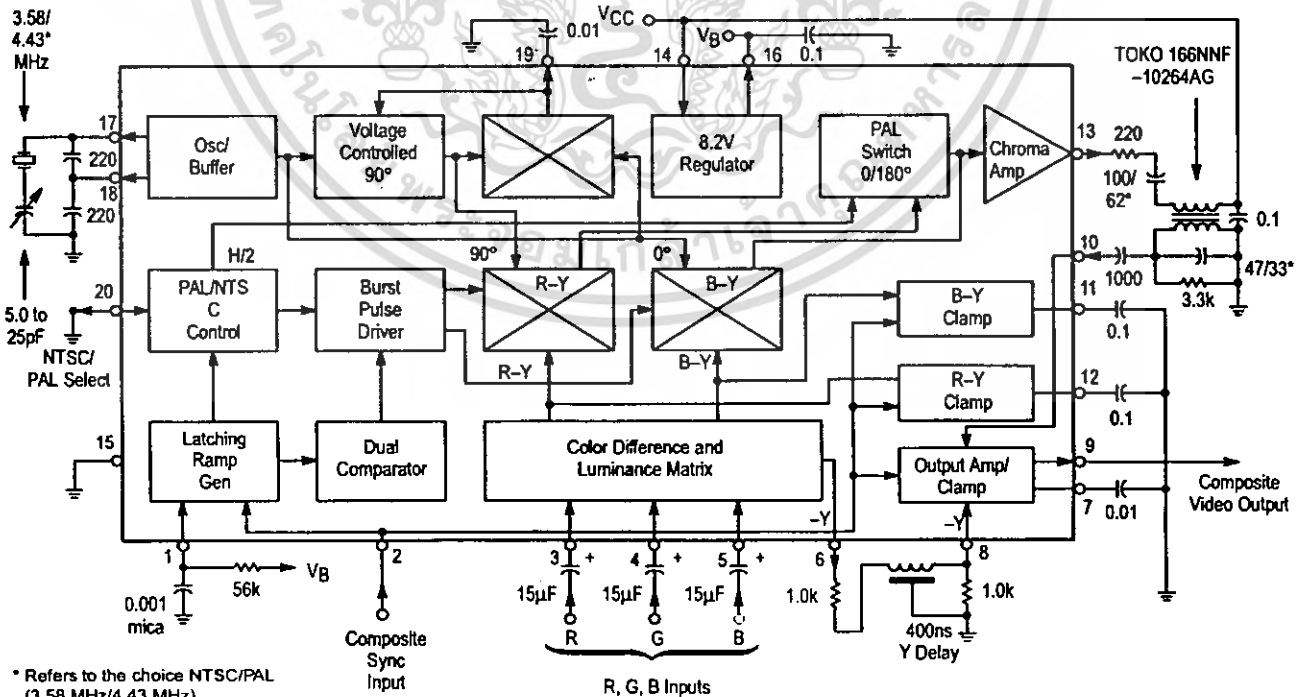
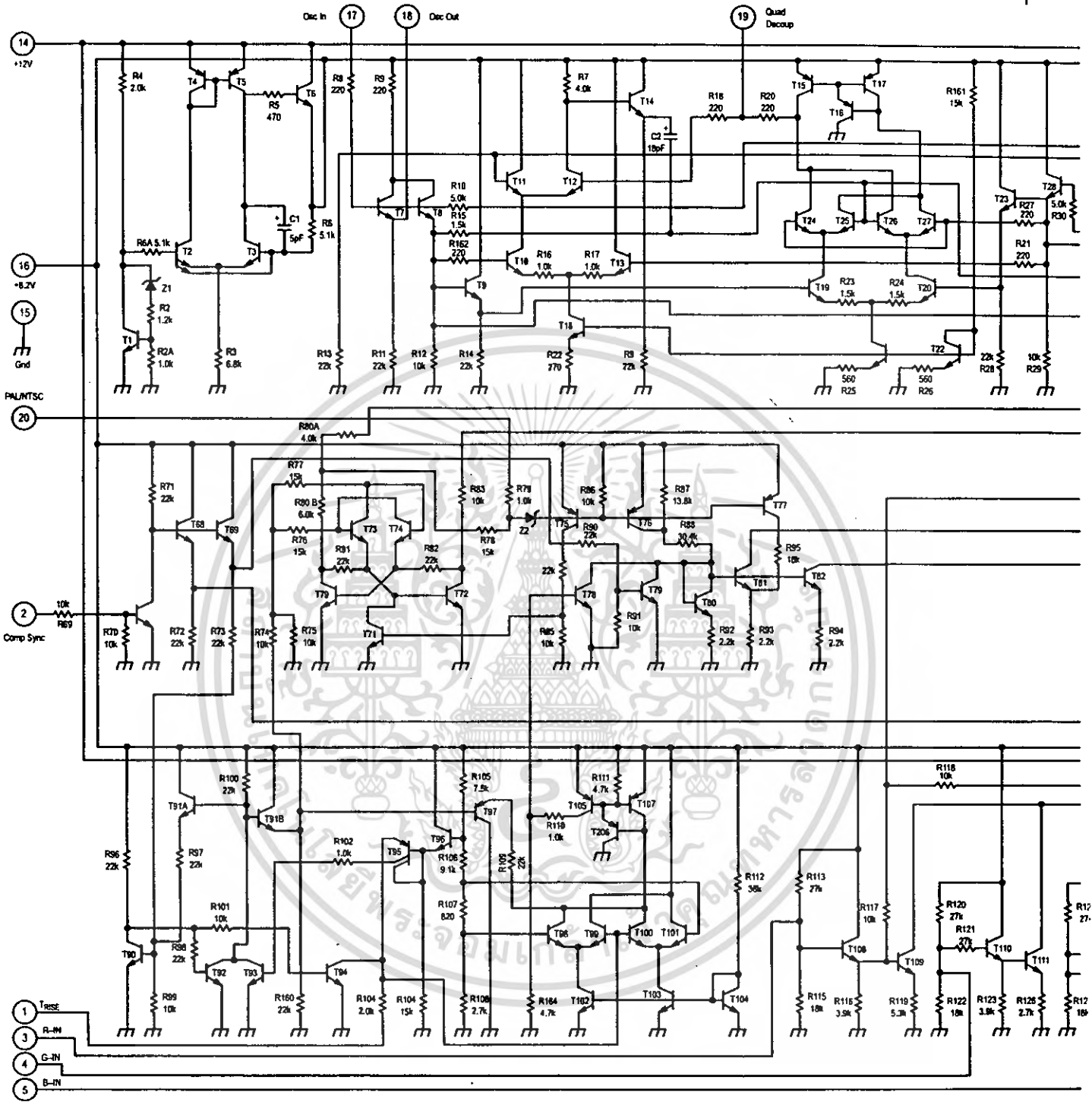


Figure 7. Block Diagram and Application Circuit



* Refers to the choice NTSC/PAL (3.58 MHz/4.43 MHz).

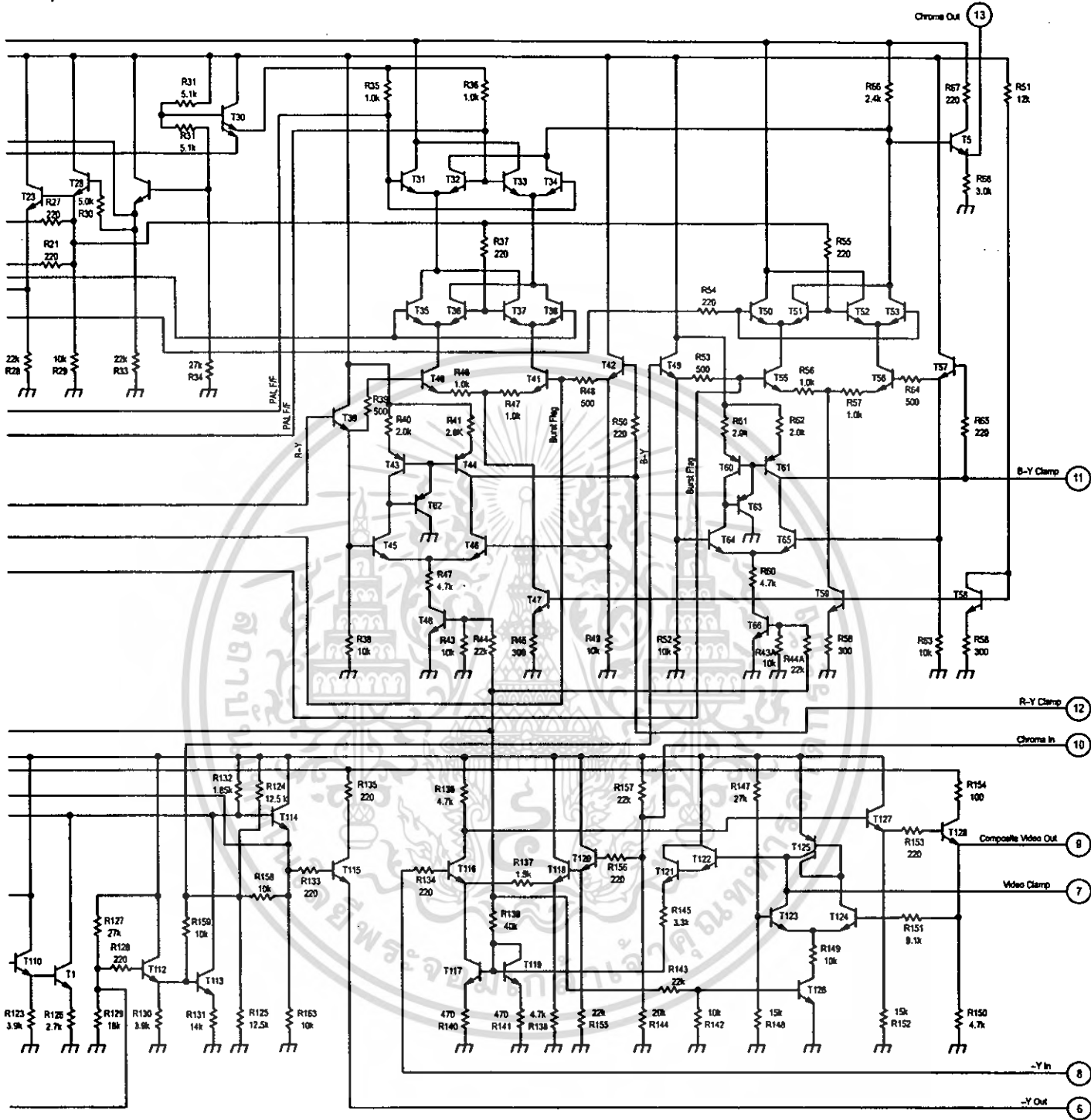
MC1377



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

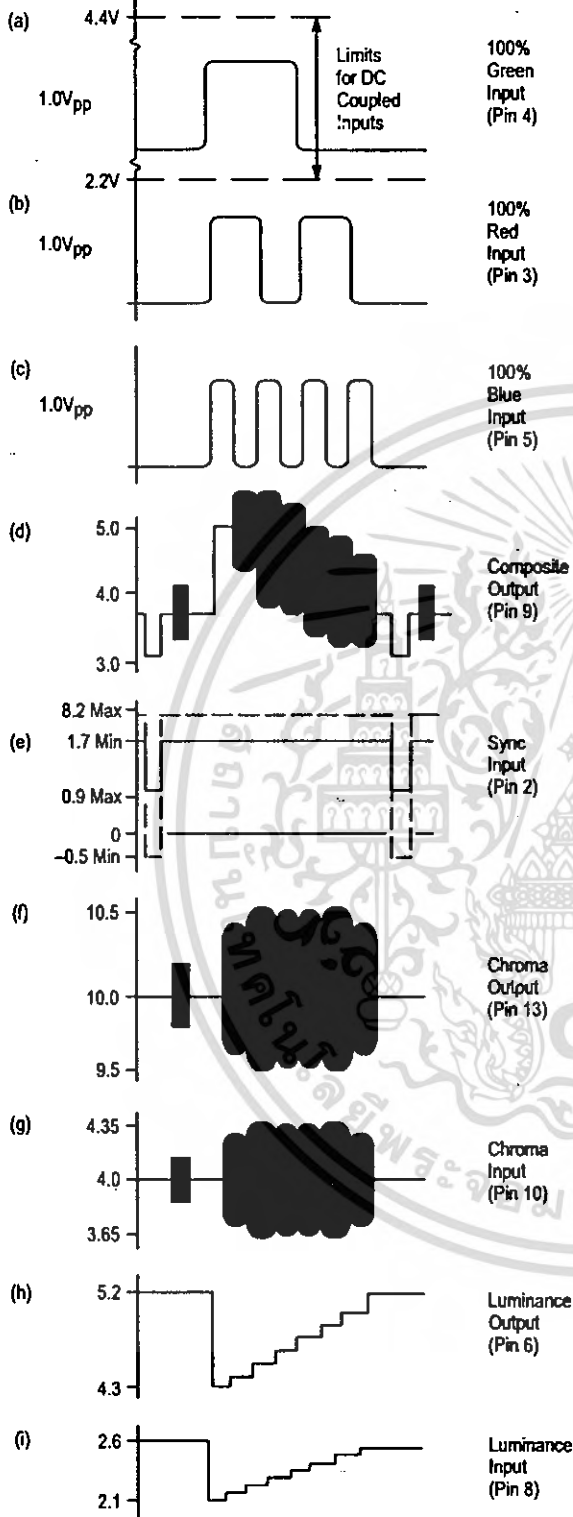
MC1377

Figure 8. Internal Schematic



APPLICATION INFORMATION

Figure 8. Signal Voltages
(Circuit Values of Figure 7)



R, G, B Input Levels

The signal levels into Pins 3, 4, 5 should be 1.0 V_{pp} for fully saturated, standard composite video output levels as shown in Figure 9(d). The inputs require 1.0 V_{pp} since the internally generated sync pulse and color burst are at fixed and predetermined amplitudes.

Further, it is essential that the portion of each input which occurs during the sync interval represent black for that input since that level will be clamped to reference black in the color modulators and output stage. This implies that a refinement, such as a difference between black and blanking levels, must be incorporated in the RGB input signals.

If Y, R-Y, B-Y and burst flag components are available and the MC1377 is operating in NTSC, inputs may be as follows: the Y component can be coupled through a 15 pF capacitor to Pins 3, 4 and 5 tied together; the (-[R-Y]) component can be coupled to Pin 12 through a 0.1 μF capacitor, and the (-[B-Y]) and burst flag components can be coupled to Pin 11 in a similar manner.

Sync Input

As shown in Figure 9(e), the sync input amplitude can be varied over a wide latitude, but will require bias pull-up from most sync sources. The important requirements are:

- 1) The voltage level between sync pulses must be between 1.7 V and 8.2 V, see Figure 9(e).
- 2) The voltage level for the sync tips must be between +0.9 V and -0.5 V, to prevent substrate leakage in the IC, see Figure 9(e).
- 3) The width of the sync pulse should be no longer than 5.2 μs and no shorter than 2.5 μs.

For PAL operation, correctly serrated vertical sync is necessary to properly trigger the PAL divider. In NTSC mode, simplified "block" vertical sync can be used but the loss of proper horizontal timing may cause "top hook" or "flag waving" in some monitors. An interesting note is that composite video can be used directly as a sync signal, provided that it meets the sync input criteria.

Latching Ramp (Burst Flag) Generator

The recommended application is to connect a close tolerance (5%) 0.001 μF capacitor from Pin 1 to ground and a resistor of 51 kΩ or 56 kΩ from Pin 1 to V_B (Pin 16). This will produce a burst pulse of 2.5 μs to 3.5 μs in duration, as shown in Figure 10. As the ramp on Pin 1 rises toward the charging voltage of 8.2 V, it passes first through a burst "start threshold" at 1.0 V, then a "stop threshold" at 1.3 V, and finally a ramp reset threshold at 5.0 V. If the resistor is reduced to 43 kΩ, the ramp will rise more quickly, producing a narrower and earlier burst pulse (starting approx. 0.4 μs after sync and about 0.6 μs wide). The burst will be wider and later if the resistor is raised to 62 kΩ, but more importantly, the 5.0 V reset point may not be reached in one full line interval, resulting in loss of alternate burst pulses.

As mentioned earlier, the ramp method does produce burst at full line intervals on the "vertical porches." If this is not desired, and the MC1377 is operating in the NTSC mode, burst flag may be applied to Pin 1 provided that the tip of the pulse is between 1.0 V_{dc} and 1.3 V_{dc}. In PAL mode this method is not suitable, since the ramp isn't available to drive the PAL flip-flop. Another means of inhibiting the burst pulse is to set Pin 1 either above 1.3 V_{dc} or below 1.0 V_{dc} for the duration that burst is not desired.

Color Reference Oscillator/Buffer

As stated earlier in the general description, there is an on-board common collector Colpitts color reference oscillator with the transistor base at Pin 17 and the emitter at Pin 18. When used with a common low-cost TV crystal and capacitive divider, about 0.6 V_{pp} will be developed at Pin 17. The frequency adjustment can be done with a series 30 pF trimmer capacitor over a total range of about 1.0 kHz. Oscillator frequency should be adjusted for each unit, keeping in mind that most monitors and receivers can pull in 1200 Hz.

If an external color reference is to be used exclusively, it must be continuous. The components on Pins 17 and 18 can be removed, and the external source capacitively coupled into Pin 17. The input at Pin 17 should be a sine wave with amplitude between 0.5 V_{pp} and 1.0 V_{pp}.

Also, it is possible to do both; i.e., let the oscillator "free run" on its own crystal and override with an external source. An

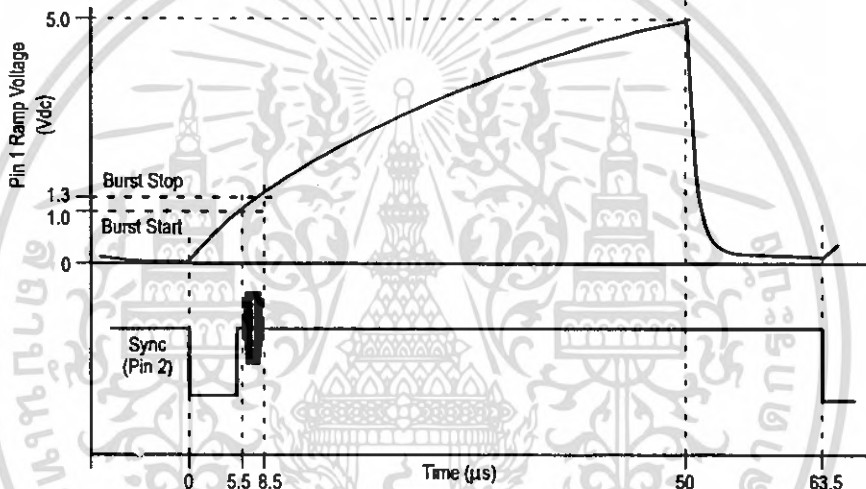
extra coupling capacitor of 50 pF from the external source to Pin 17 was adequate with the experimentation attempted.

Voltage Controlled 90°

The oscillator drives the (B-Y) modulator and a voltage controlled phase shifter which produces an oscillator phase of 90° ± 5° at the (R-Y) modulator. In most situations, the result of an error of 5° is very subtle to all but the most expert eye. However, if it is necessary to adjust the angle to better accuracy, the circuit shown in Figure 11 can be used.

Pulling Pin 19 up will increase the (R-Y) to (B-Y) angle by about 0.25°/μA. Pulling Pin 19 down reduces the angle by the same sensitivity. The nominal Pin 19 voltage is about 6.3 V, so even though it is unregulated, the 12 V supply is best for good control. For effective adjustment, the simplest approach is to apply RGB color bar inputs and use a vectorscope. A simple bar generator giving R, G, and B outputs is shown in Figure 26.

Figure 9. Ramp/Burst Gate Generator



Residual Feedthrough Components

As shown in Figure 9(d), the composite output at Pin 9 for fully saturated color bars is about 2.6 V_{pp}, output with full chroma on the largest bars (cyan and red) being 1.7 V_{pp}. The typical device, due to imperfections in gain, matrixing, and modulator balance, will exhibit about 20 mV_{pp} residual color subcarrier in both white and black. Both residuals can be reduced to less than 10 mV_{pp} for the more exacting applications.

The subcarrier feedthrough in black is due primarily to imbalance in the modulators and can be nulled by sinking or sourcing small currents into clamp Pins 11 and 12 as shown in Figure 12. The nominal voltage on these pins is about 4.0 Vdc, so the 8.2 V regulator is capable of supplying a pull up source. Pulling Pin 11 down is in the 0° direction, pulling it up is towards 180°. Pulling Pin 12 down is in the 90° direction, pulling it up is towards 270°. Any direction of correction may be required from part to part.

White carrier imbalance at the output can only be corrected by juggling the relative levels of R, G, and B inputs

for perfect balance. Standard devices are tested to be within 5% of balance at full saturation. Black balance should be adjusted first, because it affects all levels of gray scale equally. There is also usually some residual baseband video at the chroma output (Pin 13), which is most easily observed by disabling the color oscillator. Typical devices show 0.4 V_{pp} of residual luminance for saturated color bar inputs. This is not a major problem since Pin 13 is always coupled to Pin 10 through a bandpass or a high pass filter, but it serves as a warning to pay proper attention to the coupling network.

Figure 10. Adjusting Modulator Angle

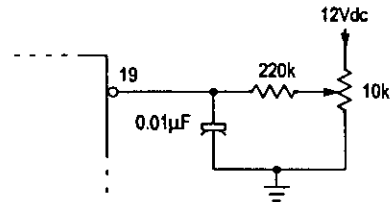


Figure 11. Nulling Residual Color in Black

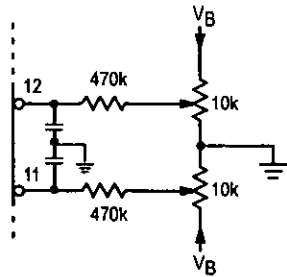
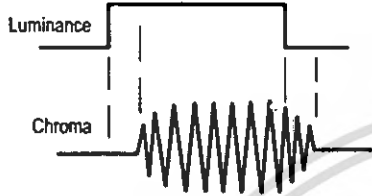


Figure 12. Delay of Chroma Information



The Chroma Coupling Circuits

With the exception of S-VHS equipped monitors and receivers, it is generally true that most monitors and receivers have color IF 6.0 dB bandwidths limited to approximately ± 0.5 MHz. It is therefore recommended that the encoder circuit should also limit the chroma bandwidth to approximately ± 0.5 MHz through insertion of a bandpass circuit between Pin 13 and Pin 10. However, if S-VHS operation is desired, a coupling circuit which outputs the composite chroma directly for connection to a S-VHS terminal is given in the S-VHS application (see Figure 19).

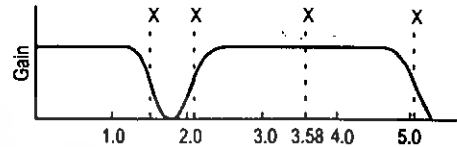
For proper color level in the video output, a ± 0.5 MHz bandwidth and a midband insertion loss of 3.0 dB is desired. The bandpass circuit shown in Figure 7, using the TOKO fixed tuned transformer, couples Pin 10 to Pin 13 and gives this result. However, this circuit introduces about 350 ns of delay to the chroma information (see Figure 13). This must be accounted for in the luminance path.

A 350 ns delay results in a visible displacement of the color and black and white information on the final display. The solution is to place a delay line in the luminance path from Pins 6 to 8, to realign the two components. A normal TV receiver delay line can be used. These delay lines are usually of 1.0 k Ω to 1.5 k Ω characteristic impedance, and the resistors at Pins 6 and 8 should be selected accordingly. A very compact, lumped constant delay line is available from TDK (see Figure 25 for specifications). Some types of delay lines have very low impedances (approx. 100 Ω) and should not be used, due to drive and power dissipation requirements.

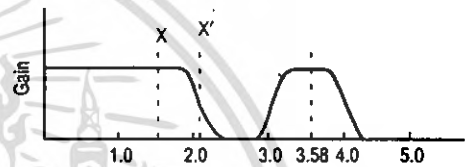
In the event of very low resolution RGB, the transformer and the delay line may be omitted from the circuit. Very low resolution for the MC1377 can be considered RGB information of less than 1.5 MHz. However, in this situation, a bandwidth reduction scheme is still recommended due to the response of most receivers.

Figure 14(a) shows the output of the MC1377 with low resolution RGB inputs. If no bandwidth reduction is employed then a monitor or receiver with frequency response shown in Figure 14(b), which is fairly typical of non-comb filtered monitors and receivers, will detect an incorrect luma sideband at X'. This will result in cross-talk in the form of chroma information in the luma channel. To avoid this situation, a simpler bandpass circuit as shown in Figure 15(a), can be used.

Figure 13. MC1377 Output with Low Resolution RGB Inputs



(a) Encoder Output with Low Resolution Inputs and No Bandpass Transformer



(b) Standard Receiver Response

A final option is shown in Figure 15(b). This circuit provides very little bandwidth reduction, but enough to remove the chroma to luma feedthrough, with essentially no delay. There is, however, about a 9 dB insertion loss from this network.

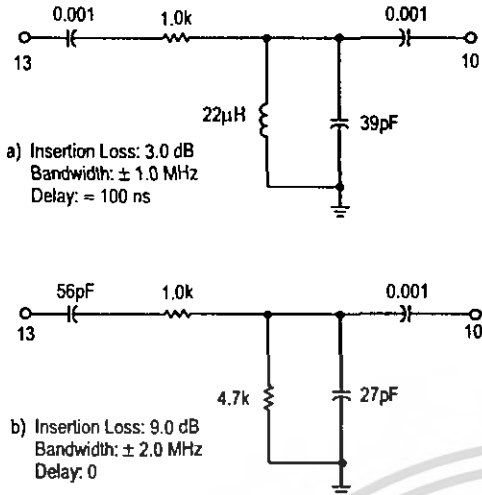
It will be left to the designer to decide which, if any, compromises are acceptable. Color bars viewed on a good monitor can be used to judge acceptability of step luminance/chrominance alignment and step edge transients, but signals containing the finest detail to be encountered in the system must also be examined before settling on a compromise.

The Output Stage

The output amplifier normally produces about 2.0 V_{pp} and is intended to be loaded with 150 Ω as shown in Figure 16. This provides about 1.0 V_{pp} into 75 Ω , an industry standard level (RS-343). In some cases, the input to the monitor may be through a large coupling capacitor. If so, it is necessary to connect a 150 Ω resistor from Pin 9 to ground to provide a low impedance path to discharge the capacitor. The nominal average voltage at Pin 9 is over 4.0 V. The 150 Ω dc load causes the current supply to rise another 30 mA (to approximately 60 mA total into Pin 14). Under this (normal) condition the total device dissipation is about 600 mW. The calculated worst case die temperature rise is 60°C, but the typical device in a test socket is only slightly warm to the touch at room temperature. The solid copper 20-pin lead frame in a printed circuit board will be even more effectively cooled.

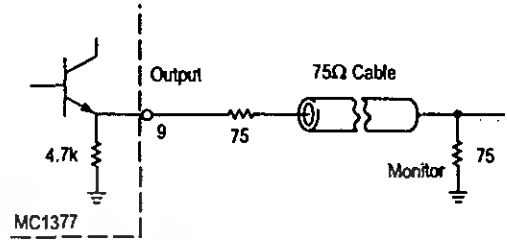
MC1377

Figure 14. Optional Chroma Coupling Circuits



with an effective source impedance of less than 1.0 Ω . This regulator is convenient for a tracking dc reference for dc coupling the output to an RF modulator. Typical turn-on drift for the regulator is approximately -30 mV over 1 to 2 minutes in otherwise stable ambient conditions.

Figure 15. Output Termination



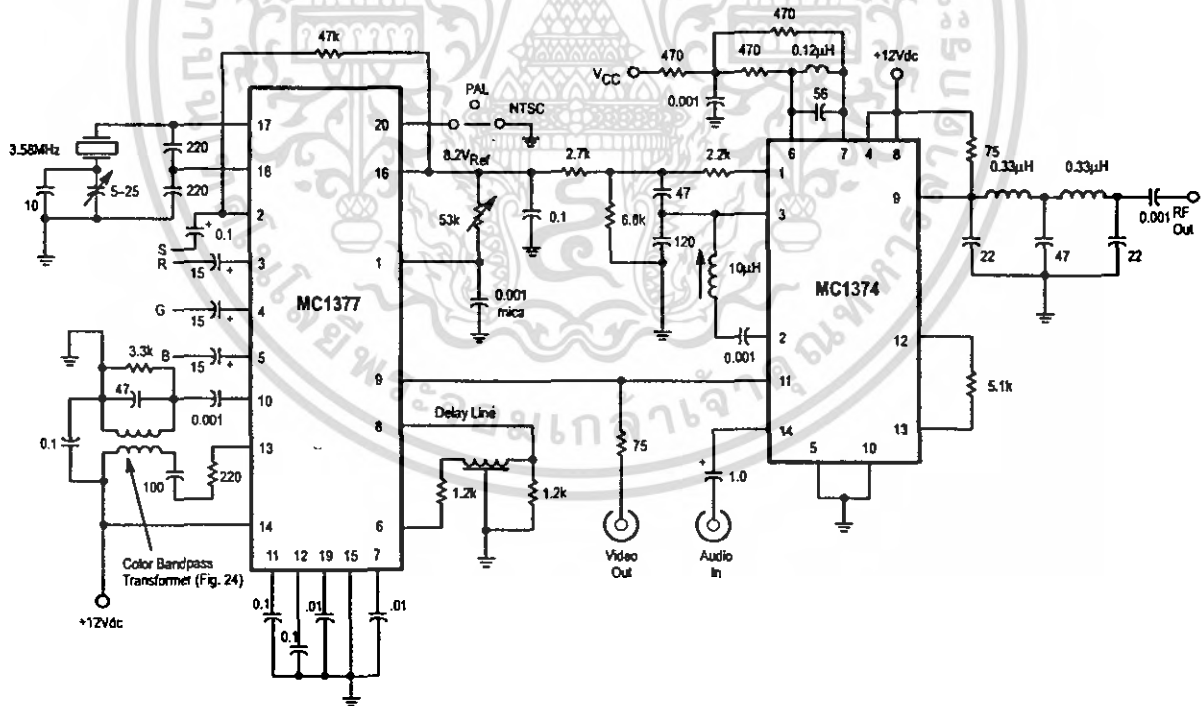
Power Supplies

The MC1377 is designed to operate from an unregulated 10 V to 14 Vdc power supply. Device current into Pin 14 with open output is typically 35 mA. To provide a stable reference for the ramp generator and the video output, a high quality 8.2 V regulator can supply up to 10 mA for external uses,

SUMMARY

The preceding information was intended to detail the application and basis of circuit choices for the MC1377. A complete MC1377 application with the MC1374 VHF modulator is illustrated in Figure 17. The internal schematic diagram of the MC1377 is provided in Figure 8.

Figure 16. Application with VHF Modulator



APPLICATIONS INFORMATION

S-VHS

In full RGB systems (Figure 18), three information channels are provided from the signal source to the display to permit unimpaired image resolution. The detail reproduction of the system is limited only by the signal bandwidth and the capability of the color display device. Also, higher than normal sweep rates may be employed to add more lines within a vertical period and three separate projection picture tubes can be used to eliminate the "shadow mask" limitations of a conventional color CRT.

Figure 21 shows the "baseband" components of a studio NTSC signal. As in the previous example, energy is concentrated at multiples of the horizontal sweep frequency. The system is further refined by precisely locating the color subcarrier midway between luminance spectral components. This places all color spectra between luminance spectra and can be accomplished in the MC1377 only if "full interfaced" external color reference and sync are applied. The individual

components of luminance and color can then be separated by the use of a comb filter in the monitor or receiver. This technique has not been widely used in consumer products, due to cost, but it is rapidly becoming less expensive and more common. Another technique which is gaining popularity is S-VHS (Super VHS).

In S-VHS, the chroma and luma information are contained on separate channels. This allows the bandwidth of both the chroma and luma channels to be as wide as the monitors ability to reproduce the extra high frequency information. An output coupling circuit for the composite chroma using the TOKO transformer is shown in Figure 19. It is composed of the bandpass transformer and an output buffer and has the frequency performance shown in Figure 20. The composite output (Pin 9) then produces the luma information as well as composite sync and blanking.

Figure 17. Spectra of a Full RGB System

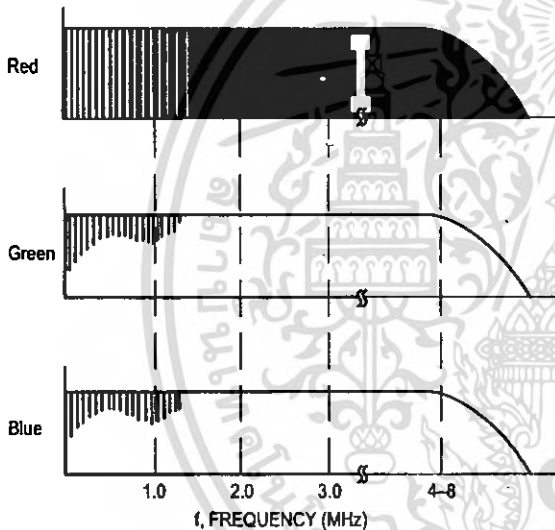


Figure 19. Frequency Response of Chroma Coupling Circuit

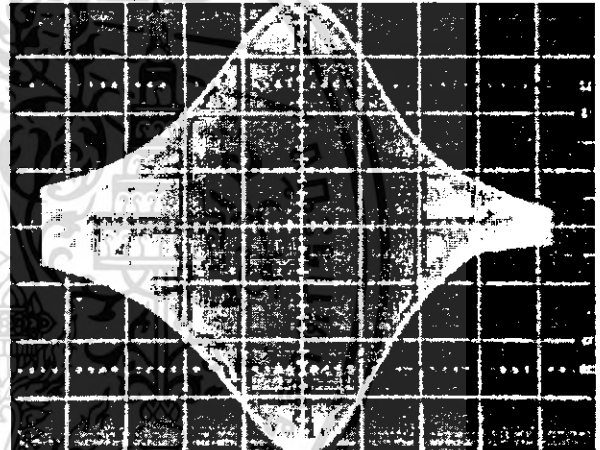
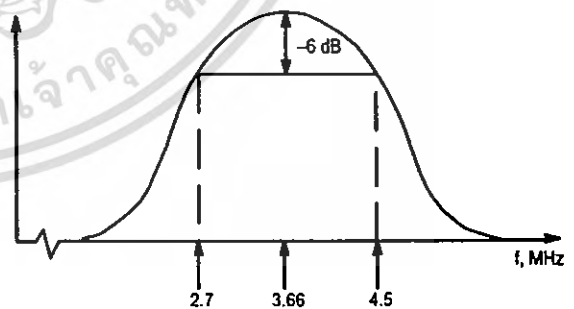
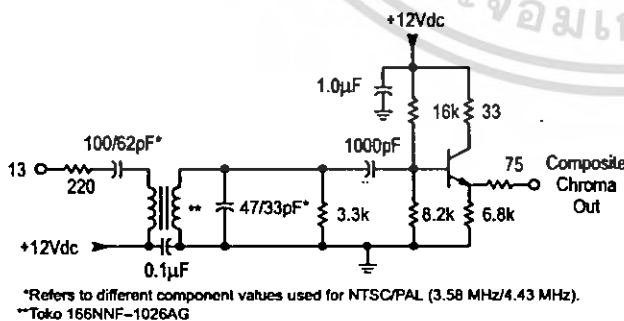


Figure 18. S-VHS Output Buffer



I/Q System versus (R-Y)/(B-Y) System

The NTSC standard calls for unequal bandwidths for I and Q (Figure 21). The MC1377 has no means of processing the unequal bandwidths because the I and Q axes are not used (Figure 22) and because the outputs of the (R-Y) and the (B-Y) modulators are added before being output at Pin 13. Therefore, any bandwidth reduction intended for the chroma information must be performed on the composite chroma information. This is generally not a problem, however, since most monitors compromise the standard quite a bit.

Figure 23 shows the typical response of most monitors and receivers. This figure shows that some crosstalk between luma and chroma information is always present. The acceptability of the situation is enhanced by the limited ability of the CRT to display information above 2.5 MHz. If the signal from the MC1377 is to be used primarily to drive conventional non-comb filtered monitors or receivers, it would be best to reduce the bandwidth at the MC1377 to that of Figure 23 to lessen crosstalk.

Figure 20. NTSC Standard Spectral Content

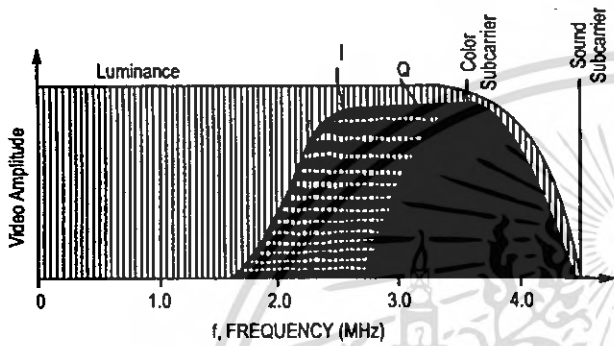


Figure 21. Color Vector Relationship (Showing Standard Colors)

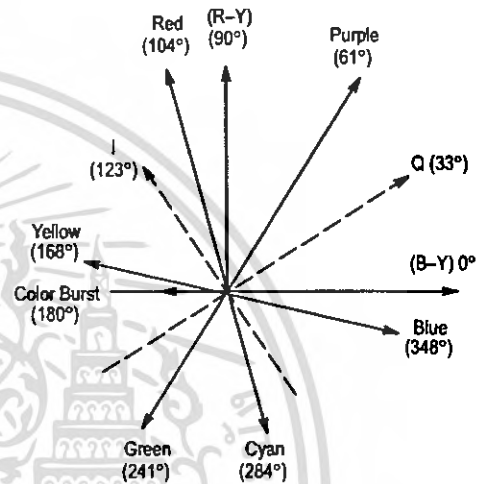
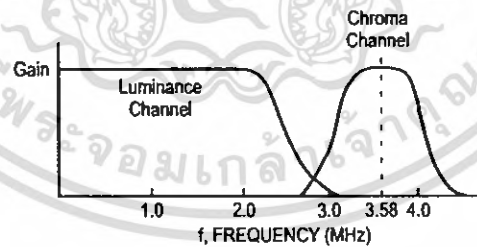
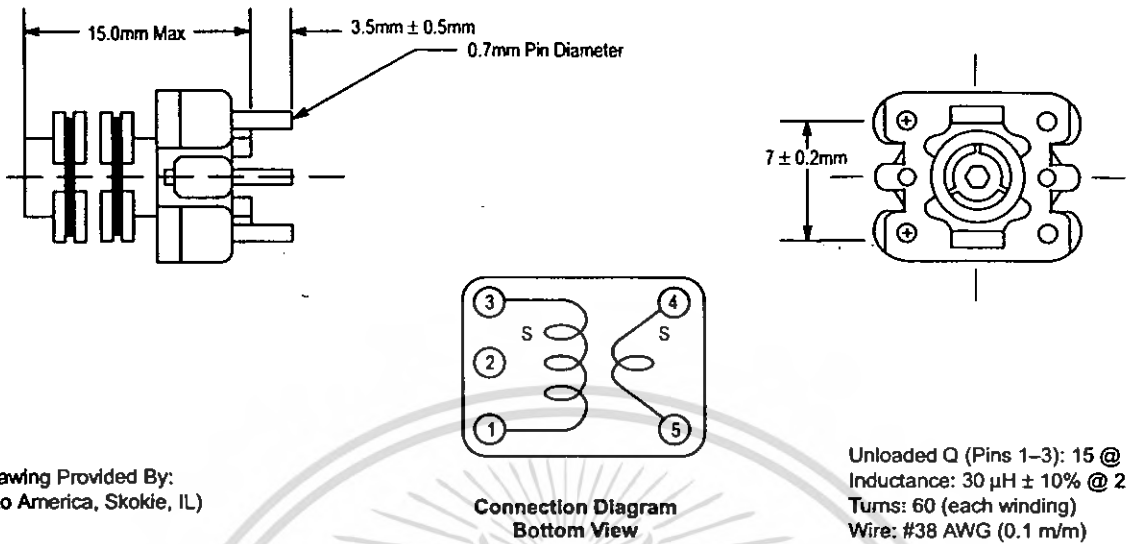


Figure 22. Frequency Response of Typical Monitor/TV



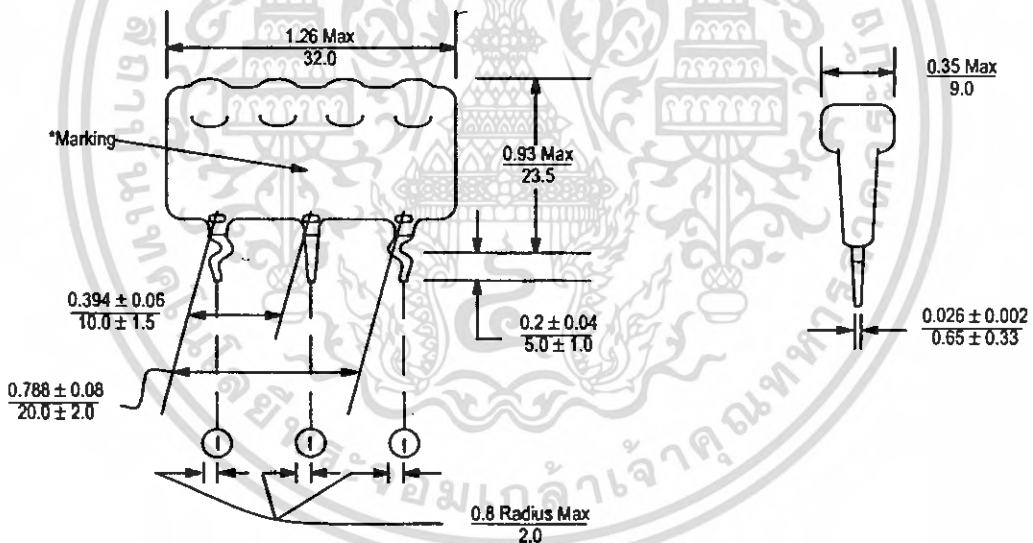
MC1377

Figure 23. A Prototype Chroma Bandpass Transformer
Toko Sample Number 166NNF-10264AG



(Drawing Provided By:
Toko America, Skokie, IL)

Figure 24. A Prototype Delay Line
TDK Sample Number DL122301D-1533

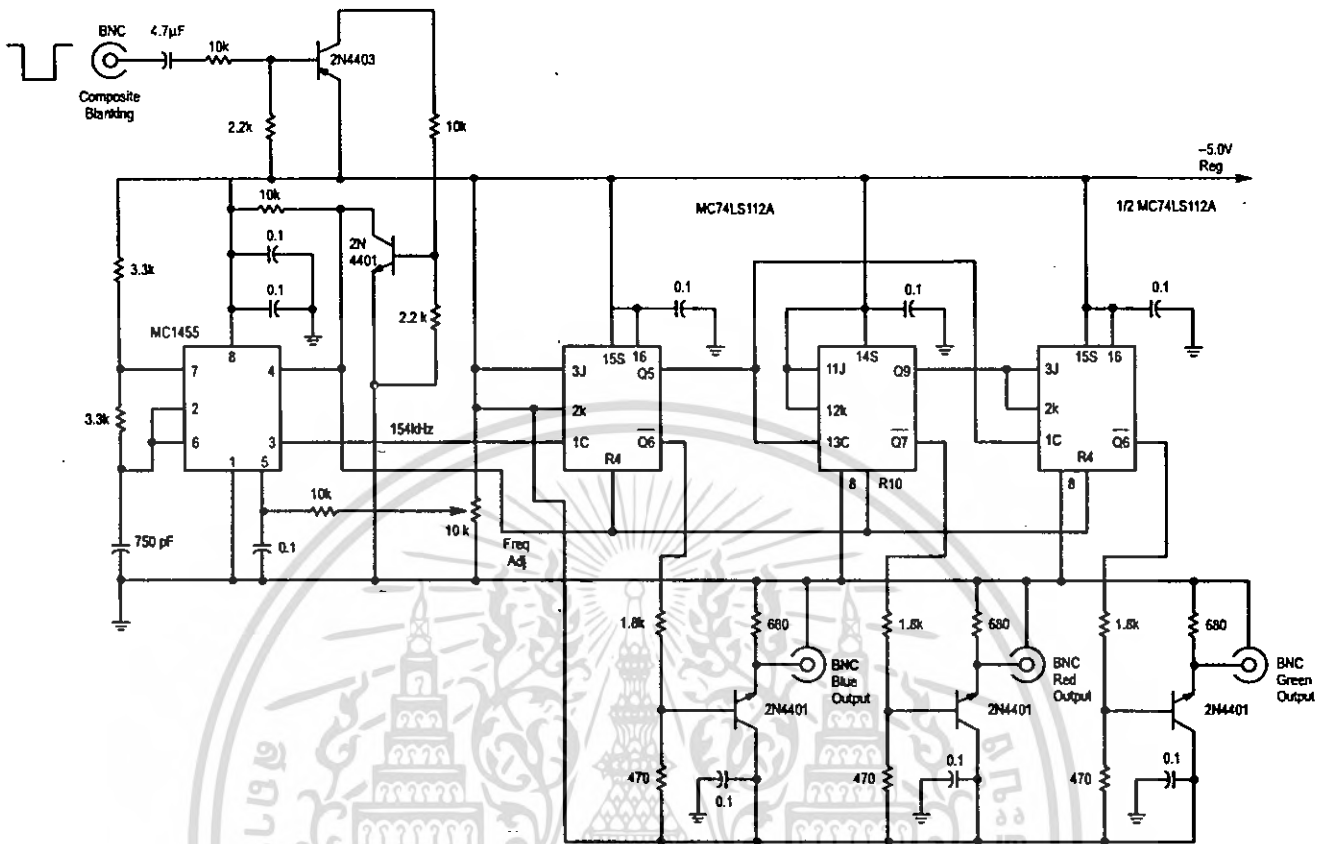


*Marking: Part Number, Manufacturer's Identification,
Date Code and Lead Number.
Skokie, IL (TDK Corporation of America)

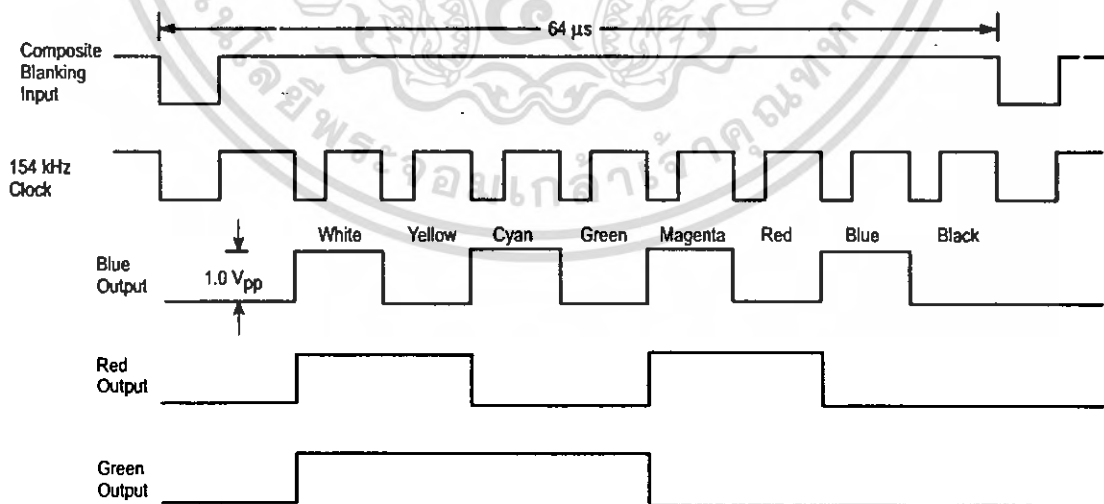
Item	Specifications
Time Delay	400 ns ± 10%
Impedance	1200 Ω ± 10%
Resistance	Less Than 15 Ω
Transient Response with 20 ns Rise Time Input Pulse	Preshoot: 10% Max
	Overshoot: 10% Max
	Rise Time: 120 ns Max
Attenuation	3 dB Max at 6.0 MHz

MC1377

Figure 25. RGB Pulse Generator



RGB Pulse Generator Timing Diagram for NTSC

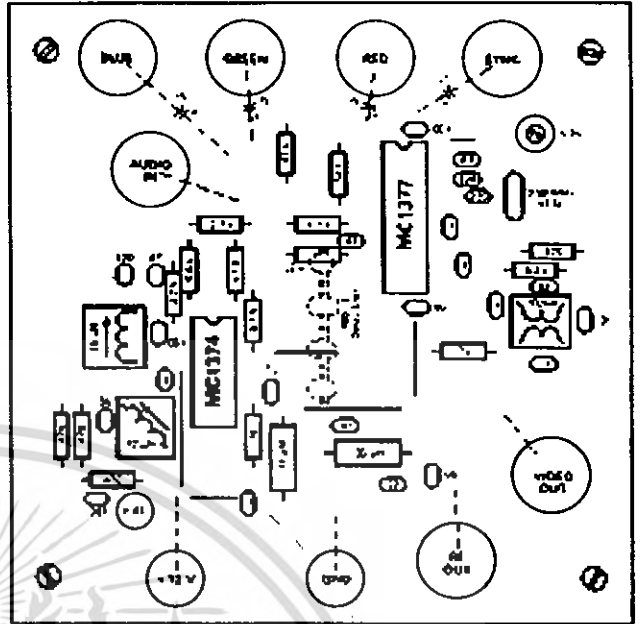


MC1377

Figure 26. Printed Circuit Boards for the MC1377

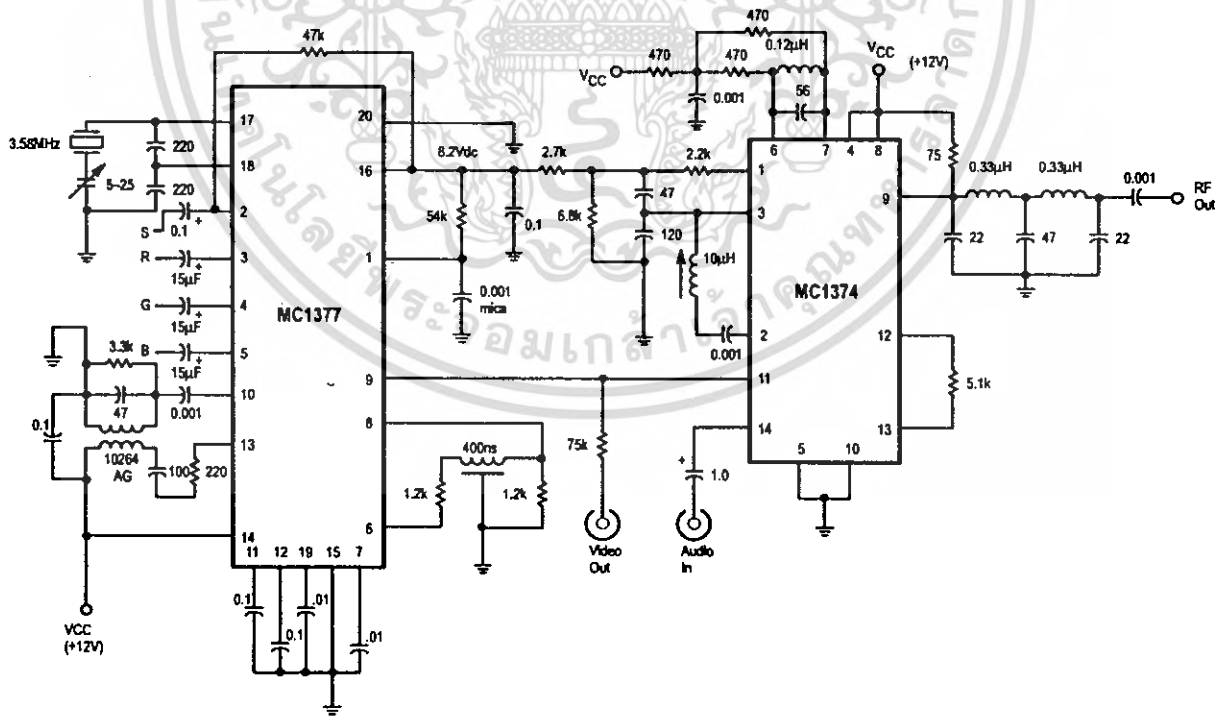


(CIRCUIT SIDE)



(COMPONENT SIZE)

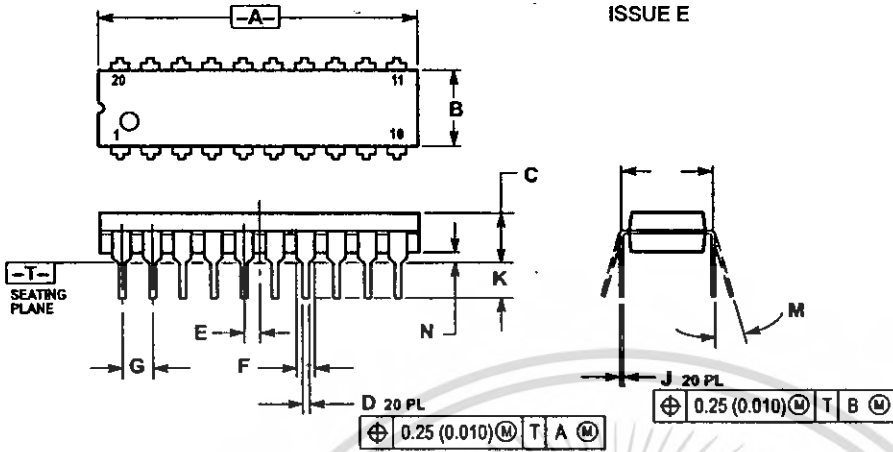
Figure 27. Color TV Encoder - Modulator



MC1377

OUTLINE DIMENSIONS

P SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 738-03 ISSUE E

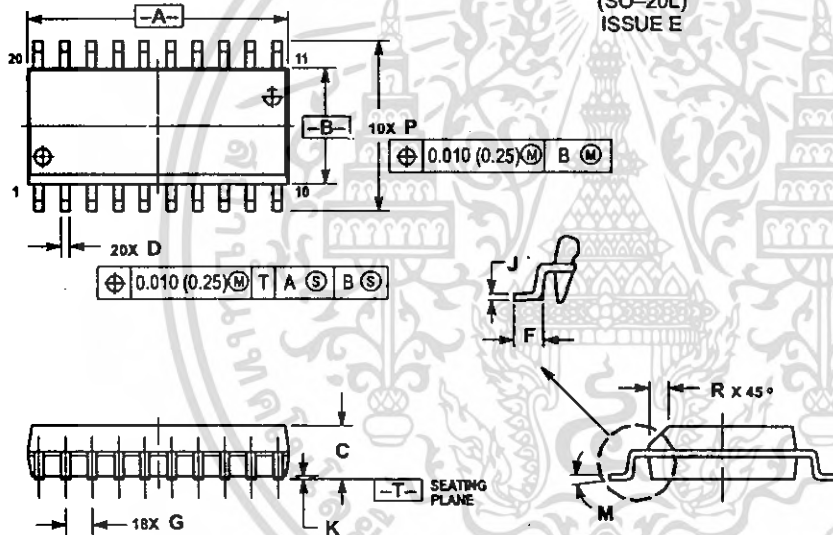


NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.010	1.070	25.66	27.17
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.150	0.180	3.81	4.57
D	0.015	0.022	0.39	0.56
E	0.050 BSC		1.27 BSC	
F	0.050	0.070	1.27	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.140	2.80	3.55
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.020	0.040	0.51	1.01

DW SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 751D-04 (SO-20L) ISSUE E



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.150 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.13 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	12.65	12.95	0.499	0.510
B	7.40	7.60	0.292	0.299
C	2.35	2.65	0.093	0.104
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.50	0.90	0.020	0.035
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.25	0.32	0.010	0.012
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	10.05	10.55	0.395	0.415
R	0.25	0.75	0.010	0.029



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and **M** are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:
 USA / EUROPE: Motorola Literature Distribution;
 P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,
 6F Setbu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com -- TOUCHTONE (602) 244-6609
 INTERNET: http://Design-NET.com

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 88 Tai Ping Industrial Park,
 51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



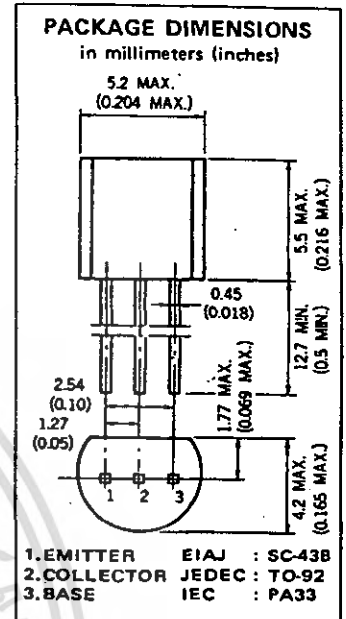
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESCRIPTION The 2SC1674 is designed for use in FM RF amplifier and local oscillator of FM tuner.

- FEATURES**
- High gain bandwidth product ($f_T = 600$ MHz TYP.)
 - Small output capacitance ($C_{ob} = 1.0$ pF TYP.)
 - Low noise figure (NF = 3.0 dB TYP. @100 MHz)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Maximum Temperatures	
Storage Temperature	-55 to +125 °C
Junction Temperature	+125 °C Maximum
Maximum Power Dissipation (Ta = 25 °C)	
Total Power Dissipation	250 mW
Maximum Voltages and Currents (Ta = 25 °C)	
V _{CB0} Collector to Base Voltage	30 V
V _{CEO} Collector to Emitter Voltage	20 V
V _{EB0} Emitter to Base Voltage	4.0 V
I _C Collector Current	20 mA
I _B Base Current	20 mA



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25 °C)

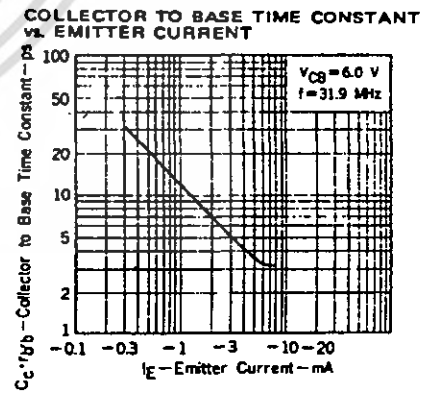
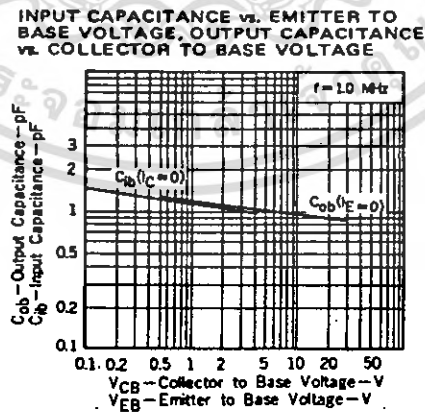
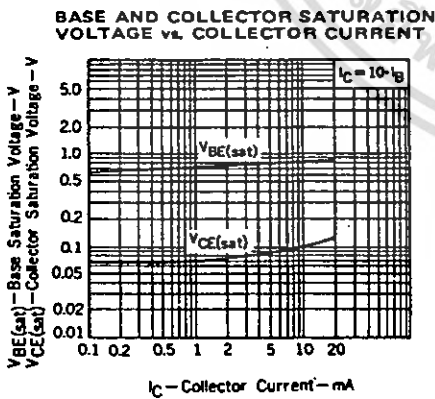
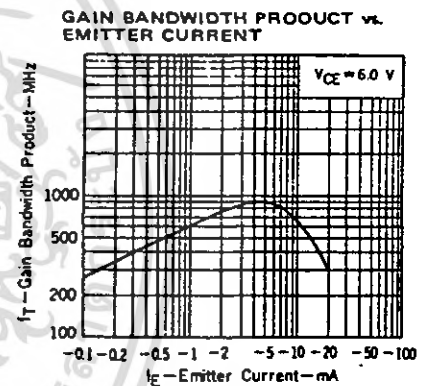
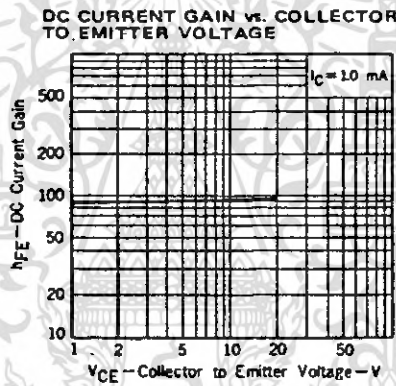
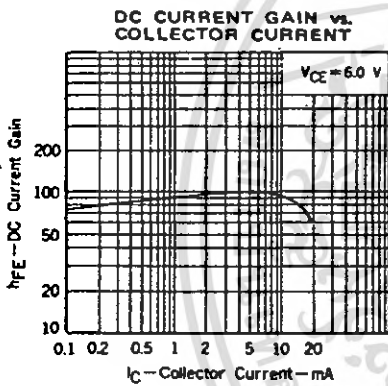
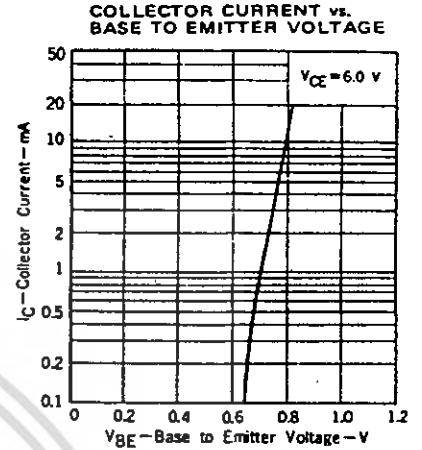
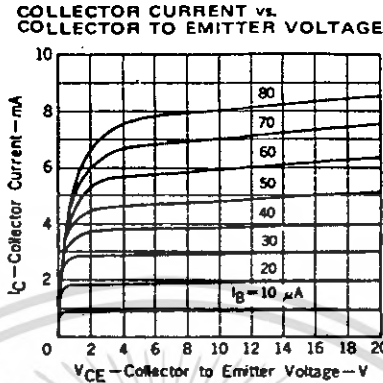
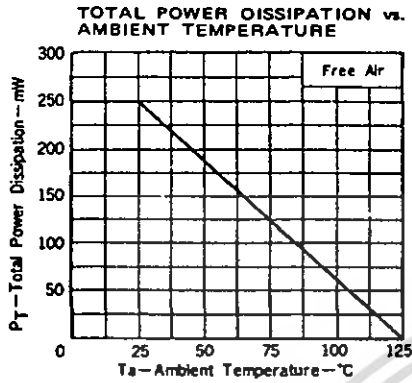
SYMBOL	CHARACTERISTIC	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
h_{FE}	DC Current Gain	40	90	180	-	$V_{CE} = 6.0$ V, $I_C = 1.0$ mA
C_{ob}	Output Capacitance		1.0	1.3	pF	$V_{CB} = 6.0$ V, $I_E = 0$, $f = 1.0$ MHz
NF	Noise Figure		3.0	5.0	dB	$V_{CE} = 6.0$ V, $I_E = -1.0$ mA, $R_G = 50$ Ω , $f = 100$ MHz See test circuit
f_T	Gain Bandwidth Product	400	600		MHz	$V_{CE} = 6.0$ V, $I_E = -1.0$ mA
G_{pe}	Power Gain	18	22		dB	$V_{CE} = 6.0$ V, $I_E = -1.0$ mA, $R_G = 50$ Ω , $f = 100$ MHz See test circuit
$C_c - r_b' b$	Collector to Base Time Constant		12	15	ps	$V_{CE} = 6.0$ V, $I_E = -1.0$ mA, $f = 31.9$ MHz
I_{CBO}	Collector Cutoff Current			100	nA	$V_{CB} = 30$ V, $I_E = 0$
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current			100	nA	$V_{EB} = 3.0$ V, $I_C = 0$
V_{BE}	Base to Emitter Voltage		0.72		V	$V_{CE} = 6.0$ V, $I_C = 1.0$ mA
$V_{CE(sat)}$	Collector Saturation Voltage		0.1	0.3	V	$I_C = 10$ mA, $I_B = 1.0$ mA

Classification of h_{FE}

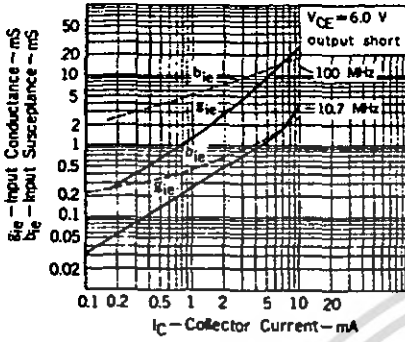
Rank	M	L	K
Range	40 - 80	60 - 120	90 - 180

h_{FE} Test Conditions : $V_{CE} = 6.0$ V, $I_C = 1.0$ mA

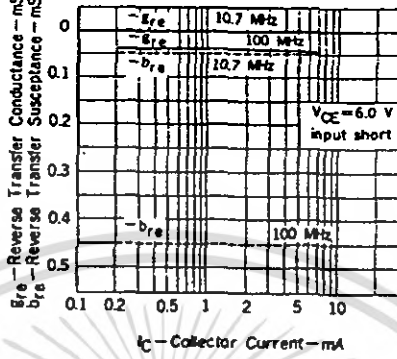
TYPICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25 °C unless otherwise noted)



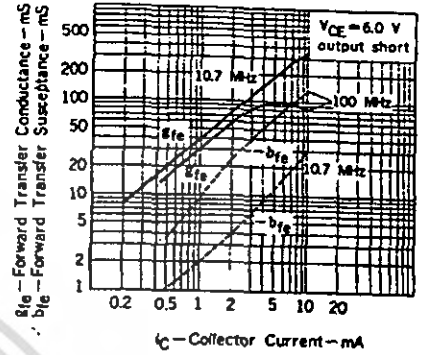
INPUT ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



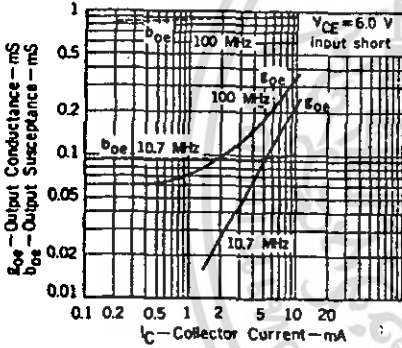
REVERSE TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



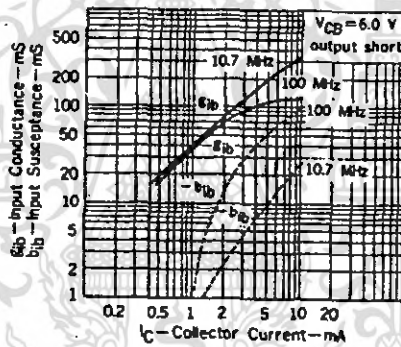
FORWARD TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



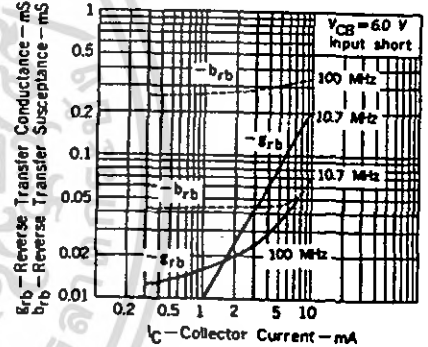
OUTPUT ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



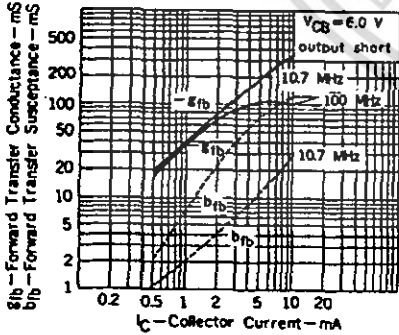
INPUT ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



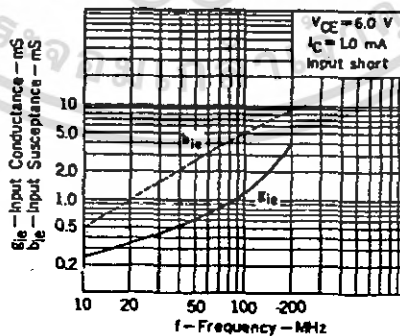
REVERSE TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



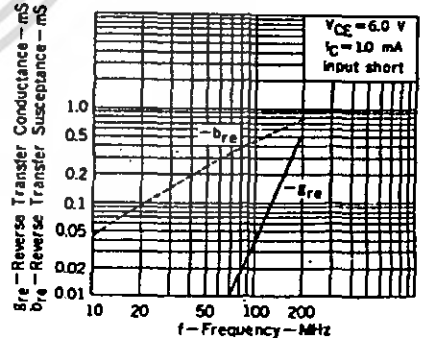
FORWARD TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



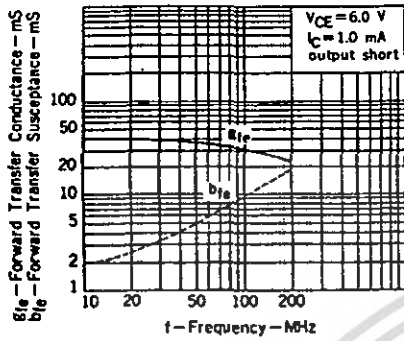
INPUT ADMITTANCE vs. FREQUENCY



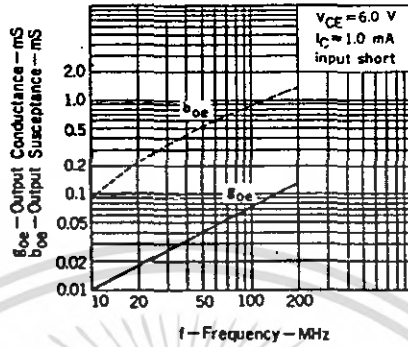
REVERSE TRANSFER ADMITTANCE vs. FREQUENCY



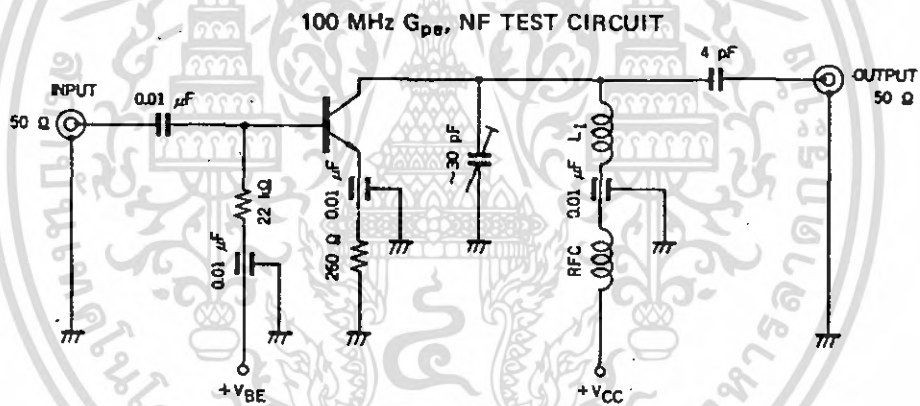
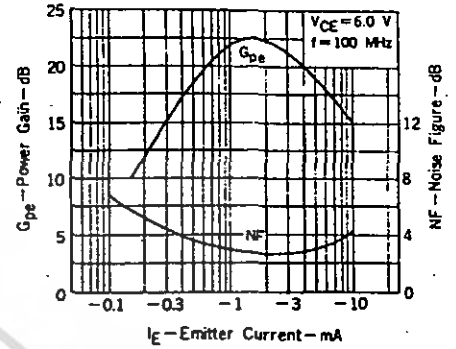
FORWARD TRANSFER ADMITTANCE vs. FREQUENCY



OUTPUT ADMITTANCE vs. FREQUENCY



POWER GAIN, NOISE FIGURE vs. EMITTER CURRENT



HIGH FREQUENCY LOW NOISE AMPLIFIER

NPN SILICON EPITAXIAL TRANSISTOR

DESCRIPTION

The 2SC2570A is designed for use in Low Noise Amplifier of VHF & UHF stages.

FEATURES

- Low noise and high gain : NF = 1.5 dB TYP., Ga = 8 dB TYP. @f = 1.0 GHz, V_{CE} = 10 V, I_c = 5.0 mA
- Wide dynamic range : NF = 1.9 dB. Ga = 9 dB @f = 1 GHz, V_{CE} = 10 V, I_c = 15 mA

ORDERING INFORMATION

Part Number	Quantity
2SC2570A	Loose products (500 pcs)
2SC2570A-T	Taping products (Box type) (2 500 pcs)

Remark To order evaluation samples, please contact your NEC sales office (available in 500-pcs units).

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = +25 °C)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Collector to Base Voltage	V _{CB0}	25	V
Collector to Emitter Voltage	V _{CE0}	12	V
Emitter to Base Voltage	V _{EB0}	3.0	V
Collector Current	I _c	70	mA
Total Power Dissipation	P _{tot}	600	mW
Junction Temperature	T _j	150	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-65 to +150	°C

The information in this document is subject to change without notice. Before using this document, please confirm that this is the latest version.
Not all devices/types available in every country. Please check with local NEC representative for availability and additional information.

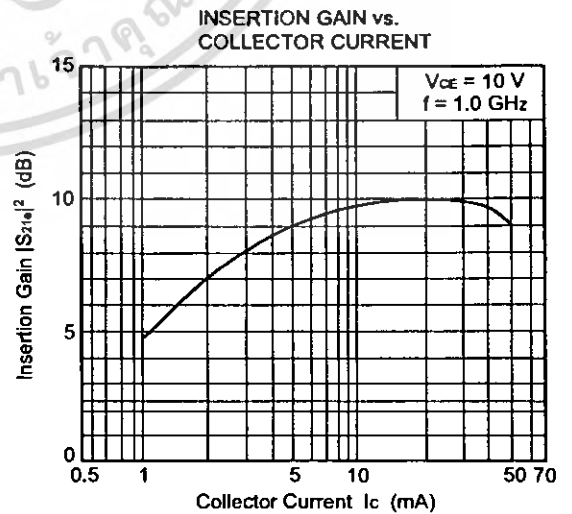
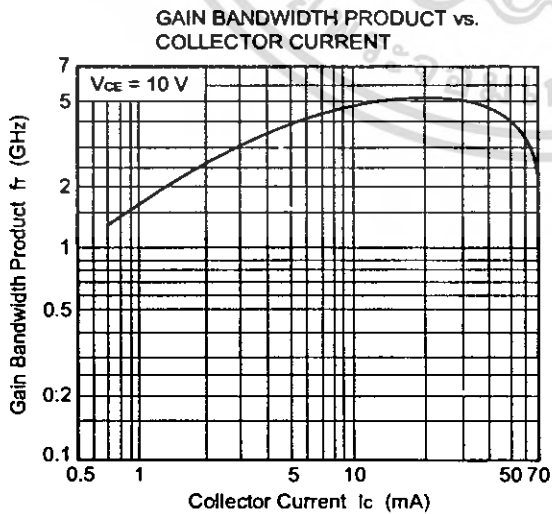
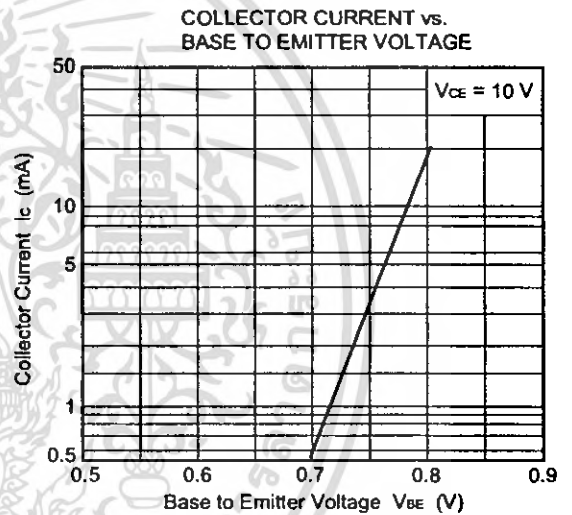
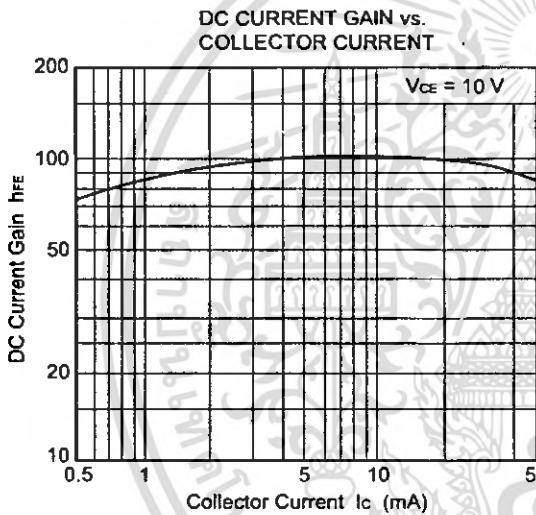
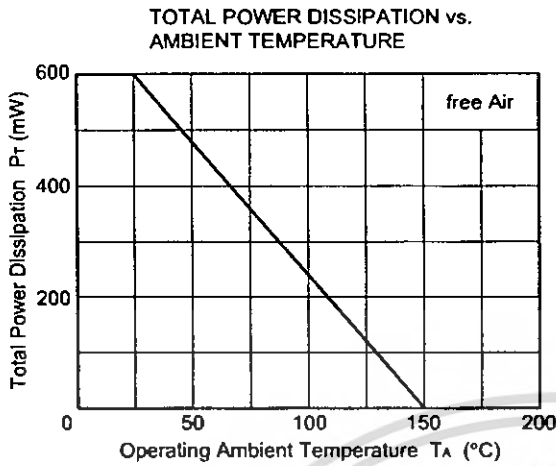
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = +25 °C)

Parameter	Symbol	Test Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
DC Current Gain	h_{FE} ^{Note 1}	V _{CE} = 10 V, I _C = 20 mA	40	–	200	–
Gain Bandwidth Product	f _T	V _{CE} = 10 V, I _C = 20 mA	–	5.0	–	GHz
Output Capacitance	C _{ob} ^{Note 2}	V _{CB} = 10 V, I _E = 0, f = 1.0 MHz	–	0.7	0.9	pF
Insertion Power Gain	S _{21e} ²	V _{CE} = 10 V, I _C = 20 mA, f = 1.0 GHz	8	10	–	dB
Noise Figure	NF	V _{CE} = 10 V, I _C = 5 mA, f = 1.0 GHz	–	1.5	3.0	dB
Maximum Available Gain	MAG	V _{CE} = 10 V, I _C = 20 mA, f = 1.0 GHz	–	11.5	–	dB
Collector Cutoff Current	I _{CB0}	V _{CB} = 15 V, I _E = 0	–	–	0.1	μA
Emitter Cutoff Current	I _{EB0}	V _{EB} = 2.0 V, I _C = 0	–	–	0.1	μA

- Notes**
1. Pulse Measurement: PW ≤ 350 μs, Duty Cycle ≤ 2%
 2. The emitter and case terminal should be connected to the guard terminal of the capacitance bridge.

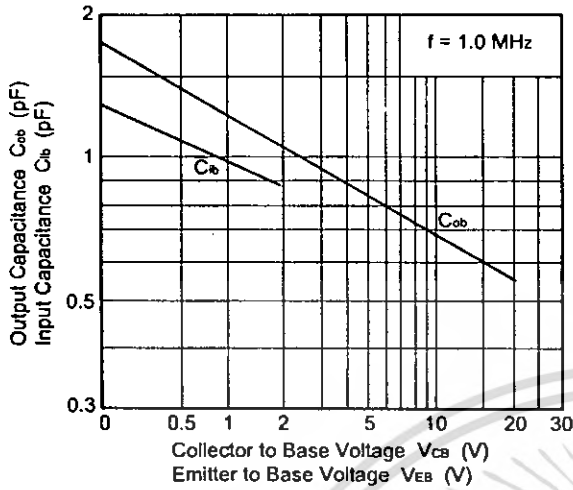


TYPICAL CHARACTERISTICS (T_A = +25 °C)

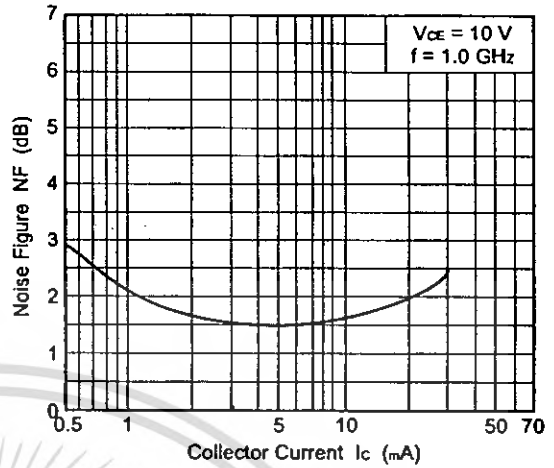


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

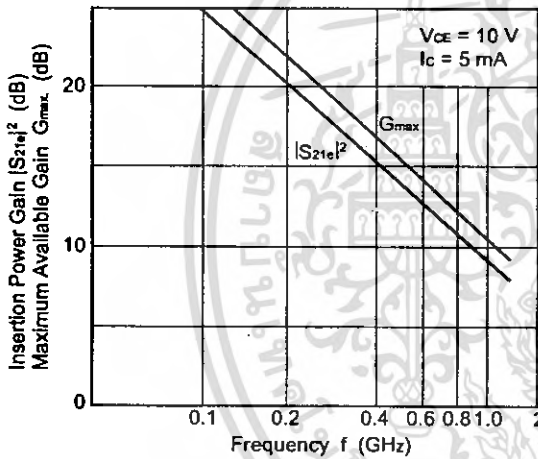
OUTPUT AND INPUT CAPACITANCE vs. REVERSE VOLTAGE



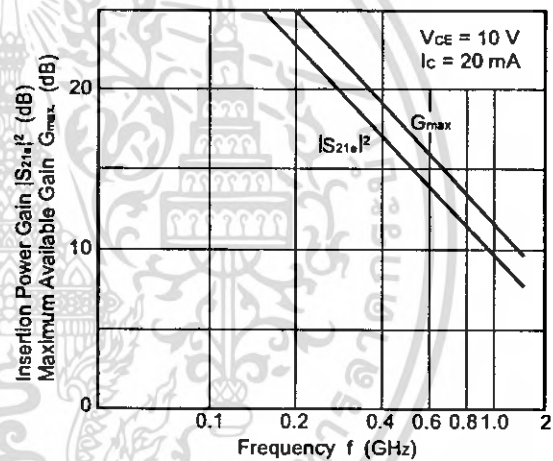
NOISE FIGURE vs. COLLECTOR CURRENT



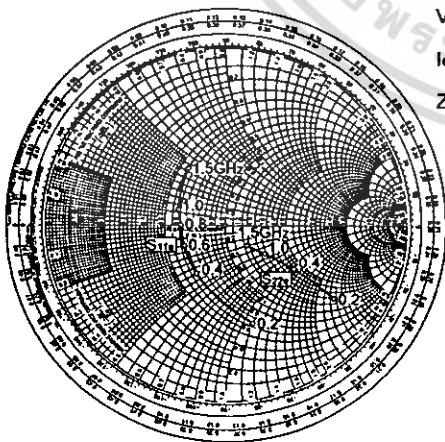
INSERTION POWER GAIN, MAXIMUM AVAILABLE GAIN vs. FREQUENCY



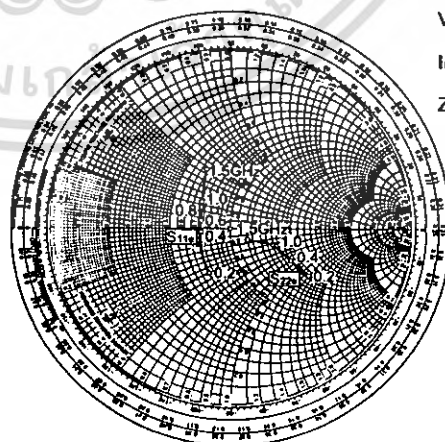
INSERTION POWER GAIN, MAXIMUM AVAILABLE GAIN vs. FREQUENCY



S-PARAMETER

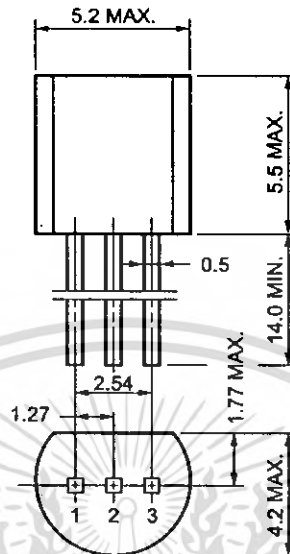


S-PARAMETER

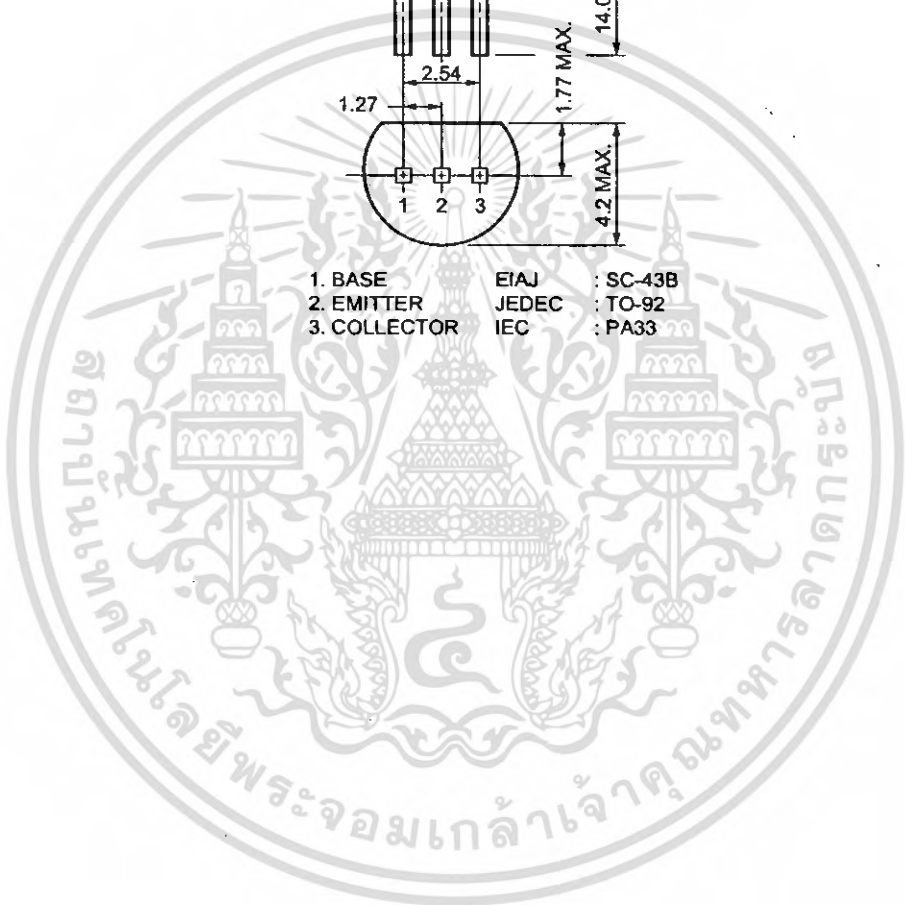


PACKAGE DIMENSION

TO-92 (UNIT:mm)



- | | | |
|--------------|-------|----------|
| 1. BASE | EIAJ | : SC-43B |
| 2. EMITTER | JEDEC | : TO-92 |
| 3. COLLECTOR | IEC | : PA33 |



[MEMO]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[MEMO]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **The information in this document is subject to change without notice. Before using this document, please confirm that this is the latest version.**
 - **No part of this document may be copied or reproduced in any form or by any means without the prior written consent of NEC Corporation. NEC Corporation assumes no responsibility for any errors which may appear in this document.**
 - **NEC Corporation does not assume any liability for infringement of patents, copyrights or other intellectual property rights of third parties by or arising from use of a device described herein or any other liability arising from use of such device. No license, either express, implied or otherwise, is granted under any patents, copyrights or other intellectual property rights of NEC Corporation or others.**
 - **Descriptions of circuits, software, and other related information in this document are provided for illustrative purposes in semiconductor product operation and application examples. The incorporation of these circuits, software, and information in the design of the customer's equipment shall be done under the full responsibility of the customer. NEC Corporation assumes no responsibility for any losses incurred by the customer or third parties arising from the use of these circuits, software, and information.**
 - **While NEC Corporation has been making continuous effort to enhance the reliability of its semiconductor devices, the possibility of defects cannot be eliminated entirely. To minimize risks of damage or injury to persons or property arising from a defect in an NEC semiconductor device, customers must incorporate sufficient safety measures in its design, such as redundancy, fire-containment, and anti-failure features.**
 - **NEC devices are classified into the following three quality grades: "Standard", "Special", and "Specific". The Specific quality grade applies only to devices developed based on a customer designated "quality assurance program" for a specific application. The recommended applications of a device depend on its quality grade, as indicated below. Customers must check the quality grade of each device before using it in a particular application.**
 - Standard:** Computers, office equipment, communications equipment, test and measurement equipment, audio and visual equipment, home electronic appliances, machine tools, personal electronic equipment and industrial robots
 - Special:** Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.), traffic control systems, anti-disaster systems, anti-crime systems, safety equipment and medical equipment (not specifically designed for life support)
 - Specific:** Aircraft, aerospace equipment, submersible repeaters, nuclear reactor control systems, life support systems or medical equipment for life support, etc.
- The quality grade of NEC devices is "Standard" unless otherwise specified in NEC's Data Sheets or Data Books. If customers intend to use NEC devices for applications other than those specified for Standard quality grade, they should contact an NEC sales representative in advance.**

M7 98.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้