สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สาย

WIRELESS VIDEO SIGNAL TRANSMITTER

T121560

โดย

นายสราวุธ วุฒิกรโสภณ

นายสายเอก ธนะศิริวงษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 121560
วัน, เดือน, ปี 18 ก.ค. 2555
b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สาย

WIRELESS VIDEO SIGNAL TRANSMITTER

โดย

นายสราวุธ วุฒิกรโสภณ 50011652

นายสายเอก ธนะศิริวงษ์ 50011667

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ที่ปรึกษาโครงงาน

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....กรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สาย

WIRELESS VIDEO SIGNAL TRANSMITTER

ผู้จัดทำ

1. นายสราวุธ วุฒิกรโสภณ 5001152
2. นายสายเอก ธนะศิริวงษ์ 50011667

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี ที่กรุณาให้ความเมตตารับเป็นที่ปรึกษาโครงการ ดูแลให้คำแนะนำ เสนอแนะแนวทาง ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำโครงงานมาโดยตลอด ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อมูลวงจร VIDEO SENDER เทคนิคต่างๆแหล่งเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลประกอบการจัดทำโครงงานชิ้นนี้ ทางผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำโครงงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานที่จัดทำขึ้นนี้จะเกิดคุณค่าและประโยชน์แก่ผู้สนใจที่จะนำไปศึกษาต่อในประเด็นที่ได้เสนอแนะไว้ในรายงานฉบับนี้ หรือ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำโครงงานอื่นที่เกี่ยวข้องให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

นายสราวุธ วุฒิกรโสภณ
นายสายเอก ธนะศิริวงษ์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สาย

WIRELESS VIDEO SIGNAL TRANSMITTER

โดย นายสราวุธ วุฒิกรโสภณ 50011652
นายสายเอก ธนะศิริวงษ์ 50011667

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นโครงงานสร้างเครื่องส่งสัญญาณภาพจากเครื่องเล่นวิดีโอซีดี โดยการนำสัญญาณภาพจากพอร์ต RGB-COMPOSITE ไปมอดูเลตทางความถี่แล้วส่งออกทางคลื่นวิทยุไปยังจอภาพ

ABSTRACT

This project presents an implementation of image transmission from VCD player. The video signal from RGB-composite port will be modulated with high frequency carrier and sent via radio wave to the television.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 จอแสดงผล	3
2.2 หลักการทำงานจอมอนิเตอร์	15
2.3 โครงสร้างของกราฟฟิกการ์ด	23
2.4 สัญญาณโทรทัศน์สี	25
2.5 ภาคต่างๆด้านสัญญาณภาพ	34
2.6 การมอดูเลตเชิงเส้น	38
2.7 การมอดูเลตแบบ AM	40
2.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ด้านภาพ	44
2.9 การส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศ	45
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	
3.1 วงจรส่งสัญญาณวิดีโอ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	
	4.1 การทดสอบวงจรกำหนดความถี่	55
	4.2 การทดสอบวงจรขยาย	56
	4.3 การทดสอบวงจรมอดูเลตทางแอมพลิจูด	56
	4.4 การหากำลังส่งของเครื่องส่งสัญญาณ	58
	4.5 การทดสอบระยะการส่งสัญญาณของเครื่องส่ง	58
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผล	61
	5.2 ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม		**62**
ภาคผนวก ก	DATASHEET C1674	63
ภาคผนวก ข	DATASHEET C2570	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1 บล็อกไดอะแกรมการส่งสัญญาณ 2

2.1 ลักษณะการยิงลำแสงอิเล็กตรอนของจอภาพแบบ CRT 3

2.2 เปรียบเทียบลักษณะการยิงลำแสงของจอภาพ (ก) แบบ Shadow Mask และ (ข) แบบ Trinitron 4

2.3 พื้นที่การแสดงผลของจอภาพ 6

2.4 ความละเอียดของจอภาพ 7

2.5 การเปรียบเทียบจอภาพที่มีดอตพิตช์ขนาด 0.28 mm และ 0.35 mm 8

2.6 วิธีวัดขนาดขิงดอตพิตช์ของจอภาพแบบ Shadow Mask และ Trinitron 9

2.7 ลักษณะการเรียงตัวของคริสตัลก่อนและหลังการจ่ายกระแสไฟฟ้า 10

2.8 การพ่วงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่จอมอนิเตอร์ผ่านสายเคเบิลของดีซับ 16

2.9 การป้อนสัญญาณขับจอมอนิเตอร์ 19

2.10 การสร้างสัญญาณลูมิแนนซ์ 20

2.11 การสแกนทางแนวนอน 22

2.12 การสแกนทางแนวตั้ง 23

2.13 แสดงกระบวนการนำภาพออกสู่จอภาพ 25

2.14 สัญญาณที่ได้จากกล้องโทรทัศน์สี 26

2.15 สัญลักษณ์ส่องสว่าง 27

2.16 รูปร่างของสัญญาณที่ได้จากการมอดูเลตแบบ AM โดยปราศจากสัญญาณคลื่นพาห์ 29

2.17 การมอดูเลตสัญญาณแสงสีในโทรทัศน์ระบบ NTSC 30

2.18 สัญญาณส่องสว่างและสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีของโทรทัศน์ระบบ NTSC 32

2.19 รูปสัญญาณทางเวลาและความถี่ของสัญญาณที่มอดูเลต 39

2.20 สัญญาณ DSB-LC (AM) ทางเวลาและความถี่ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.21	สเปกตรัมของสัญญาณ SSB	43
2.22	SSB modulation ใช้การกรองส่วน upper sideband	44
2.23	ลักษณะของสเปกตรัมที่ใช้ในเครื่องส่งและเครื่องโทรทัศน์ในระบบ vestigial sideband transmission	45
2.24	การเดินทางของคลื่นโทรทัศน์	46
2.25	ความแรงของสัญญาณย่าน UHF ตามความสูง	47
2.26	ความแตกต่างของคลื่นโทรทัศน์ในย่าน VHF และ UHF	48
3.1	วงจรส่งสัญญาณวิดีโอ	49
3.2	วงจรกำเนิดความถี่แบบ LC	50
3.3	วงจรขยายสัญญาณ	52
4.1	สัญญาณจากวงจรกำเนิดความถี่	55
4.2	สัญญาณที่ได้จากวงจรขยาย	56
4.3	สัญญาณที่ทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์	57
4.4	สเปกตรัมของสัญญาณที่ทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์	57
4.5	สัญญาณภาพที่ได้จากเครื่องเล่นวิดีโอ	58
4.6	ภาพที่ได้จากระยะ 1 ถึง 4 เมตร	59
4.7	ภาพที่ได้จากระยะ 6 เมตร	59
4.8	ภาพที่ได้จากระยะ 8 เมตร	60
4.9	ภาพที่ได้จากระยะเกิน 10 เมตรขึ้นไป	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงขนาดของจอภาพ 6

2.2 ความละเอียดของจอภาพ 8

2.3 ค่าดอตพิตช์ของจอภาพ 9

2.4 มาตรฐานในการเคลมจอภาพ LCD เมื่อพบ DEAD PIXEL 14

2.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติในการแสดงผลของจอภาพแบบ CRT และ LCD 15

3.1 การเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อปรับเปลี่ยนค่า VC_1 คำนวณได้จากสูตร 51

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

จากความเจริญเติบโตทางธุรกิจและการแข่งขันทางเทคโนโลยีที่ไม่หยุดยั้ง เป็นผลให้ต้องมีการเสาะหาแนวทางการสื่อสารทางเลือกใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความจำเป็นในการติดต่อสื่อสาร อีกทั้งยังต้องมีความแน่นอนและรวดเร็ว ซึ่งภายในองค์กรภาคธุรกิจต้องการการนำเสนอข้อมูลในการประชุมหรือแสดงผลงานภายในองค์กรที่มีพื้นที่ไม่มากนัก จึงได้ออกแบบอุปกรณ์เครื่องรับส่งข้อมูลภาพผ่านช่องสัญญาณคลื่นความถี่สาธารณะ เพื่อความสะดวกและประหยัด อีกทั้งยังนำไปใช้งานง่ายเหมาะสำหรับองค์กรทางธุรกิจที่เพิ่งก่อตั้งและภาครัฐอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

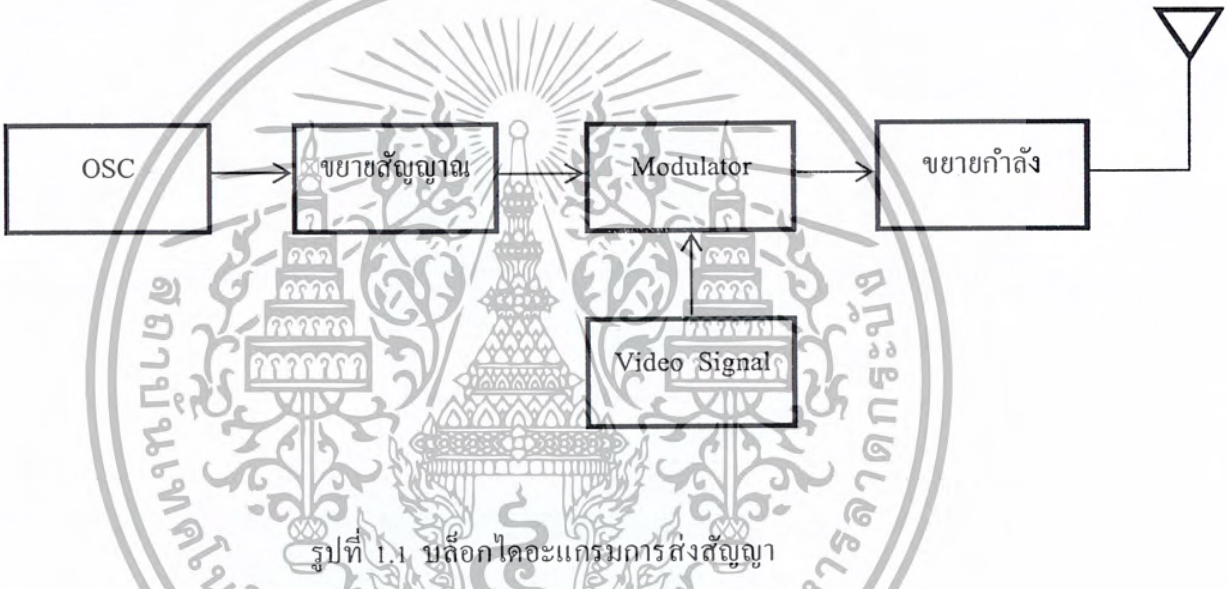
1. ศึกษาการทำงานของการมอดูเลตทางความถี่
2. ศึกษาการทำงานของวงจรในส่วนปลีกย่อยที่ต้องนำมาใช้ในการเชื่อมต่อกับวงจรในภาคหลัก
3. เพื่อทำการสร้างอุปกรณ์ส่งผ่านสัญญาณ VIDEO โดยใช้ย่านความถี่ VHF
4. เพื่อเพิ่มความสะดวกในการส่งผ่านสัญญาณภาพจากเครื่องเล่นวิดีโอ/ซีดี ไปยังโทรทัศน์แบบหลายเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถใช้ย่านความถี่ VHFในการส่งสัญญาณภาพจากเครื่องเล่นวิดีโอ/ซีดี ไปยังโทรทัศน์แบบหลายเครื่องได้

2. สามารถส่งสัญญาณภาพจากจากเครื่องเล่นวิดีโอ/ซีดีไปสู่เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการส่งสัญญา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

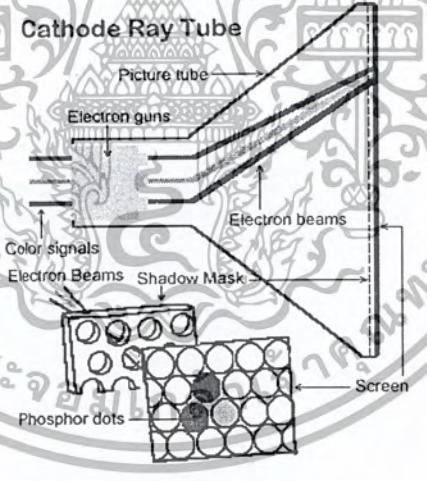
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 จอแสดงผล

2.1.1 จอภาพแบบ CRT

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



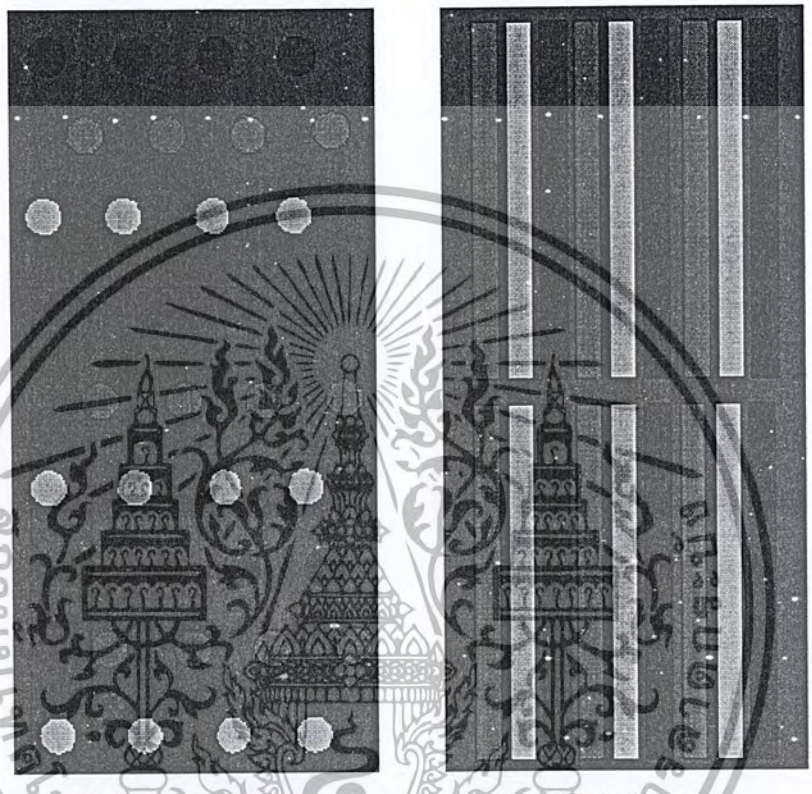
รูปที่ 2.1 ลักษณะการยิงลำแสงอิเล็กตรอนของจอภาพแบบ CRT

2.1.1.1 ประเภทของหลอดภาพ CRT

ในปัจจุบันเราสามารถแบ่งรูปแบบของหลอดภาพ CRT ตามลักษณะของหน้ากาก (Shadow Mask) ได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ Shadow Mask เดิม และแบบ Trinitron ซึ่งคิดค้นโดยบริษัท Sony ทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ส่วนหนึ่งที่เราจะรู้ว่าจอภาพ CRT ของเราใช้หลอดภาพแบบใดนั้นสามารถดูได้จาก ลักษณะของหลอดภาพแบบ Shadow Mask จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีลักษณะโค้ง ในขณะที่หลอดภาพแบบ Trinitron จะตรงเรียบเสมอกันทั้งในแนวตั้งและแนวนอน หรือที่มักนิยมเรียกกันว่า “จอแบน” นั่นเอง ลักษณะการยิงลำแสงของหลอดภาพทั้งสองแบบจะมีการทำงานที่แตกต่างกันดังนี้



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบลักษณะการยิงลำแสงของจอภาพ (ก) แบบ Shadow Mask และ (ข) แบบ Trinitron

1) แบบ Shadow Mask

จะเป็นการยิงลำแสงอิเล็กตรอนผ่านหน้ากากแบบ Shadow Mask ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องวงกลมเรียงเป็นช่องๆ ทำให้ได้ภาพออกมาเป็นลักษณะของสีเรียงสลับกัน (ดังรูป 2.2) ในยุคแรก จอภาพแบบ Shadow Mask จะมีลักษณะโค้งคล้ายกับลูกฟุตบอล ส่งผลให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผลของภาพโค้งตามไปด้วย จึงทำให้มีการพัฒนาหลอดภาพแบบนี้ให้มีความโค้งลดลงในระดับหนึ่ง แต่ถึงย่างไรจอภาพแบบ Shadow Mask ก็ยังมีความโค้งอยู่ดี การที่หลอดภาพแบบ Shadow Mask จะโค้งมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการออกแบบของผู้ผลิตจอภาพของตนว่าจะแสดงผลได้ดีเพียงใด

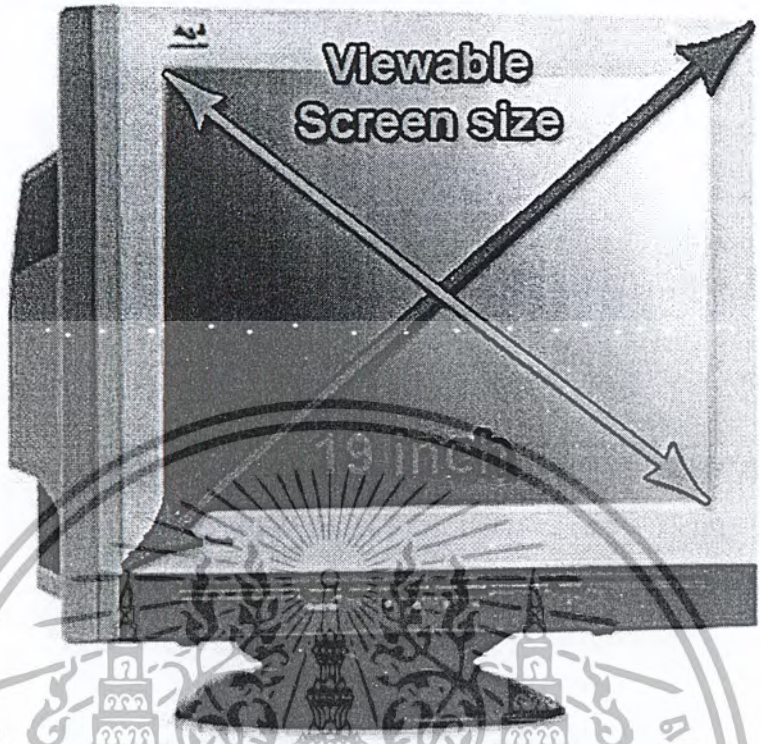
2) แบบ Trinitron

จะใช้หน้ากากแบบ Aperture Grill แทน Shadow Mask ซึ่งลักษณะของ Aperture Grill นี้จะเป็นเส้นตรงเรียงสลับกัน จึงทำให้การยิงลำแสงอิเล็กตรอนออกมาเป็นเส้นตรงแทนที่จะเป็นวงกลมเหมือนกับแบบ Shadow Mask หลอดภาพแบบ Trinitron จะมีความคมชัดมากกว่าแบบ Shadow Mask แต่มีข้อเสียตรงที่ในการวางแผ่น Aperture Grill จะต้องมีเส้นลวดบางๆ เพื่อยึดไม่ให้แผ่น Aperture Grill สั่นในขณะทำงาน ดังนั้น เราจะมองเห็นลวดบางๆนี้เป็นเส้นสีเทาอ่อนๆพาดในแนวนอนของจอภาพ โดยจอภาพ 15 นิ้วจะมีเพียง 1 เส้น แต่สำหรับจอภาพ 17 นิ้วขึ้นไปจะมีถึง 2 เส้น ตรงจุดนี้เอง เราจึงสามารถรู้ได้ด้วยตนเองว่าจอภาพของเราใช้เทคโนโลยีแบบ Trinitron ของ Sony จริงหรือไม่ และหลอดภาพแบบ Trinitron นี้ยังใช้พลังงานมากกว่าแบบ Shadow Mask โดยจะใช้พลังงานในระดับ 100 วัตต์ขึ้นไป ในขณะที่แบบ Shadow Mask จะใช้พลังงานในระดับ 70 วัตต์เท่านั้น

2.1.1.2 พื้นที่การแสดงผลของจอภาพ

พื้นที่การแสดงผลของจอภาพ (Viewable Screen Size) จะเป็นตัวบอกว่าจอภาพของเรามีพื้นที่ในการแสดงผลจริงเท่าไหร่ การวัดพื้นที่การแสดงผลจะวัดตามแนวเส้นทแยงมุมของจอภาพ (แบบเดียวกับจอโทรทัศน์) จอภาพแบบ CRT พื้นที่การแสดงผลจริงมักจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดจอภาพประมาณ 1 นิ้วเพราะส่วนหนึ่งจะถูกบังคับด้วยขอบของจอภาพ เช่น จอภาพขนาด 15 นิ้ว จะมีพื้นที่การแสดงผลจริงเพียง 14 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 พื้นที่การแสดงผลของจอภาพ

ตารางที่ 2.1 ขนาดของจอภาพ

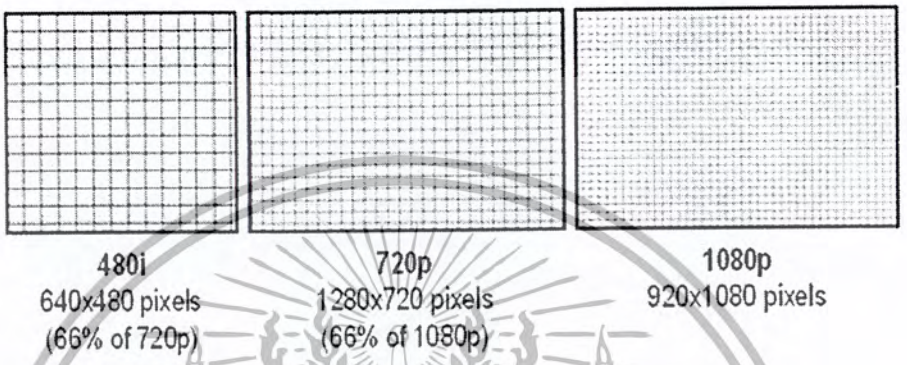
ขนาดจอภาพ	Shadow Mask	Trinitron
15 นิ้ว	13.8 นิ้ว	14 นิ้ว
17 นิ้ว	16 นิ้ว	16 นิ้ว
19 นิ้ว	17.9 นิ้ว	18 นิ้ว
21 นิ้ว	20 นิ้ว	19.8 นิ้ว

2.1.1.3 ความละเอียดของจอภาพ

ค่าความละเอียด (Resolution) จะเกี่ยวข้องกับการแสดงผลของจอภาพโดยตรง เพราะค่าความละเอียดก็คือ จำนวนจุด หรือพิกเซล (pixel) ที่สามารถแสดงผลได้บนจอภาพ การวัดค่าความละเอียดจะนับจากจุดที่สามารถแสดงผลได้ในแนวตั้งและแนวนอน เช่น จอภาพที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแสดงผลที่มีความละเอียดสูงสุดที่ 640x480 ก็หมายความว่าจอภาพนี้มีจุดในแนวนอน 640 จุด และในแนวตั้ง 480 จุดนั่นเอง



รูปที่ 2.4 ความละเอียดของจอภาพ

2.1.1.4 อัตรารีเฟรชจอภาพ

อัตราการรีเฟรช (Refresh Rate) คือ จำนวนครั้งในการวาดรูปภาพบนหน้าจอ จอภาพที่มีอัตราการรีเฟรชมากจะทำให้การแสดงผลบนจอภาพนิ่ง ไม่มีการกระพริบของแสงบนจอภาพ ซึ่งแสงที่กระพริบนี้จะทำให้เกิดอาการปวดตาเมื่อใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นระยะเวลานาน ค่าอัตราการกระพริบนี้จะใช้กับจอภาพแบบ CRT เท่านั้น อัตราการรีเฟรชเหมาะสมกับการแสดงผลคือ ที่ 85 Hz ขึ้นไป อัตราการรีเฟรชจะแตกต่างกันไปตามขนาดและความละเอียดของภาพ เช่น จอภาพขนาด 15 นิ้ว ยี่ห้อ A บแกว่าสามารถแสดงผลที่ความละเอียด 1,024x786 ที่ 60 Hz จะหมายความว่า เมื่อเราตั้งความละเอียดของจอภาพนี้ที่ 1,024x786 ก็จะมีอัตราการรีเฟรชที่ 60 Hz แต่ถ้าเราลดค่าความละเอียดลงมาเหลือเพียง 800x600 อัตราการรีเฟรชก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 85 Hz ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้งาน

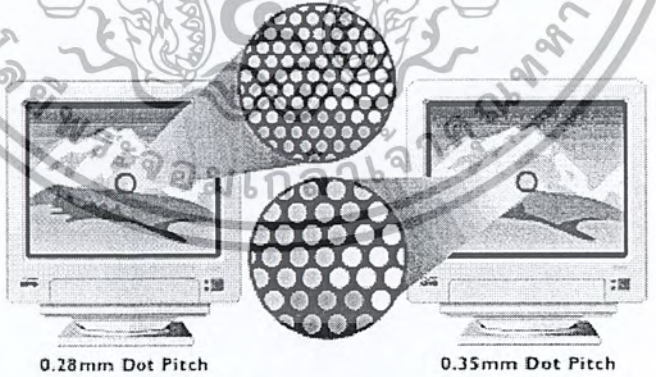
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความละเอียดของจอภาพ

ขนาดจอภาพ	Shadow Mask	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 ดอตพิตช์กับการแสดงผลบนจอภาพ

ดอตพิตช์ (Dot Pitch) หรือระยะห่างระหว่างจุดสีบนจอภาพนั้นมีผลกับการแสดงผลกับจอภาพเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกับภาพขนาดตั้งแต่ 19 นิ้วขึ้นไปยิ่งเห็นผลได้ชัดเจน จากรูป ถ้าจอภาพทั้งด้านซ้ายและด้านขวามีขนาน 15 นิ้วเท่ากัน เราจะพบว่า จอภาพทางด้านซ้าย ซึ่งมีค่าดอตพิตช์เพียง 0.28 มิลลิเมตร จะสามารถแสดงผลด้วยขนานของจุดที่เล็กกว่าจอภาพทางด้านขวาที่มีดอตพิตช์ถึง 1.38 มิลลิเมตร

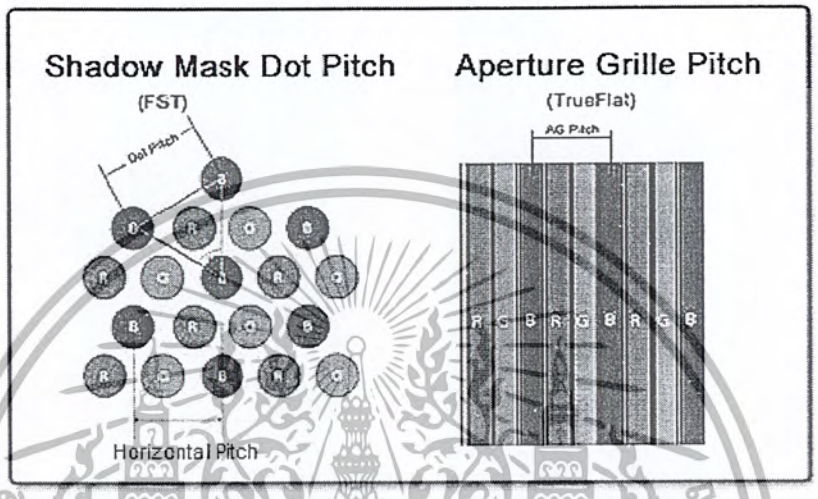


รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบจอภาพที่มีดอตพิตช์ขนาด 0.28 mm และ 0.35 mm

การวัดค่าดอตพิตช์ของจอภาพแบบ CRT ยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบตามลักษณะของประเภทของหลอดภาพคือ แบบ Shadow Mask และแบบ Trinitron สำหรับแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shadow Mask นั้น การวัดค่าดอตพิตช์จะวัดในแนวทแยงมุม ในขณะที่หลอดภาพแบบ Trinitron จะวัดในแนวนอน ดังนั้น ค่าดอตพิตช์ของหลอดภาพทั้งสองแบบจึงมีค่าไม่เท่ากัน



รูปที่ 2.6 วิธีวัดขนาดของดอตพิตช์ของจอภาพแบบ Shadow Mask และ Trinitron

ตารางที่ 2.3 ค่าดอตพิตช์ของจอภาพ

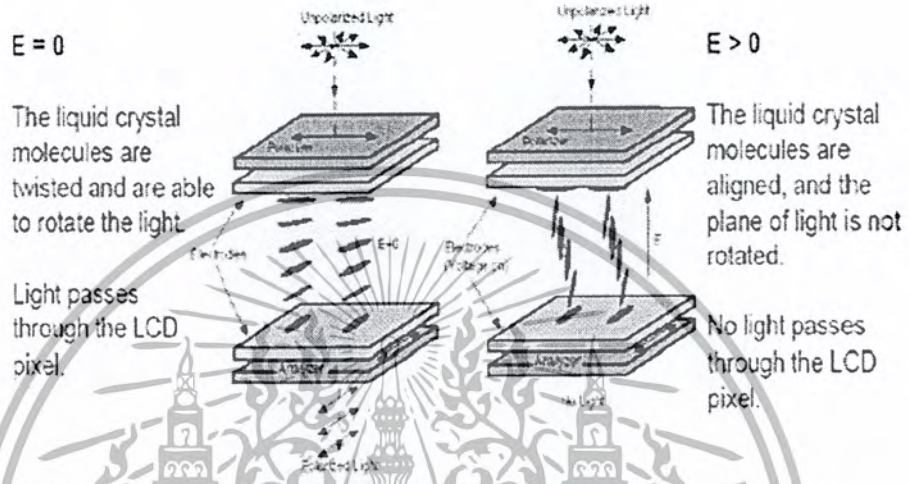
ขนาดจอภาพ	Shadow Mask	Trinitron
15 นิ้ว	0.28	0.24
17 นิ้ว	0.25	0.24
19 นิ้ว	0.25	0.24
21 นิ้ว	0.25	0.22

2.1.2 จอภาพแบบ LCD

จอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) มีการทำงานที่ซับซ้อนกว่าแบบ CRT เนื่องจากโครงสร้างภายในจะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ในจอภาพ LCD จะมีผลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คริสตัลเหลว ซึ่งเมื่อเราจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังผลึกคริสตัลเหลวนี้ก็จะเกิดการบิดตัวของผลึก แต่การบิดตัวนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปนั่นเอง



รูปที่ 2.7 ลักษณะการเรียงตัวของคริสตัลก่อนและหลังการจ่ายกระแสไฟฟ้า

จากรูป 2.7 เราจะพบว่าภายในจอภาพ LCD จะมีแผ่นกรอง (Polarized Panets) อยู่ 2 ฝั่ง ภายในแผ่นกรองจะบรรจุผลึกคริสตัลเหลว (Liquid Crystal) เอาไว้ แสงจากหลอดไฟด้านหลัง (Backlight) จะถูกบังคับให้ผ่านเข้าทางแผ่นกรองด้านซ้าย เมื่อมีการเปลี่ยนระดับของกระแสไฟฟ้าที่จ่าย ผลึกคริสตัลจะเกิดการบิดตัวจากแนวตั้งเป็นแนวนอน จึงทำให้แสงผ่านออกไปยังแผ่นกรองทางงด้านขวาได้ ซึ่งจุดที่แสงผ่านออกไปนี้ก็คือจุดที่แสดงบนจอภาพนั่นเอง

สำหรับความเข้มอ่อนของแสงก็จะอยู่ที่การบิดตัวของผลึกคริสตัล ว่าจะบิดไปมากน้อยเพียงใดนั่นเอง แต่การแสดงบนจอภาพสีนั้นช่วงก่อนจะออกสู่จอภาพจะมีแผ่นกรอง (Filter) ของแม่สีแสงคือ แดง เขียว น้ำเงินกั้นอีกชั้นหนึ่งเพื่อใช้สำหรับการแสดงผลในแต่ละสี และการทำงานในแต่ละจุดบนจอภาพสีจะต้องมีวงจรแบบนี้ถึง 3 ชุดต่อการแสดงผลเพียง 1 จุด เพราะแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำหน้าที่ในการเปิดปิดแสงแต่ละสี และด้วยเหตุที่การทำงานของจอภาพ LCD มีความซับซ้อนมากกว่าแบบ CRT มากนี่เอง จึงส่งผลให้ราคาของจอภาพแบบ LCD แพงกว่าแบบ CRT มาก

2.1.2.1 ประเภทของจอภาพแบบ LCD

1) ประเภท Passive Matrix

หรือที่มีชื่อเรียกอีกอย่างว่าแบบ DSTN จอภาพ LCD แบบนี้จะมีการนำทรานซิสเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงานบางส่วน เพื่อให้การแสดงผลทำได้ดีกว่าจอภาพ LCD รุ่นแรกๆ แต่อย่างไรก็ตามจอภาพประเภท DSTN นี้ก็ยังให้คุณภาพการแสดงผลไม่ดีนัก เพราะการควบคุมการทำงานในแต่ละจุดของจอภาพยังทำได้ช้า ดังนั้น เมื่อเราใช้จอภาพแบบนี้เล่นเกมหรือดูภาพยนตร์ จอภาพจะไม่สามารถแสดงผลได้ทันกับความเร็วของภาพ ในปัจจุบันจึงไม่เป็นที่นิยมแล้ว

2) ประเภท Active Matrix

หรือที่เรียกอีกอย่างว่าแบบ TFT เพราะจอภาพ LCD แบบนี้จะนำทรานซิสเตอร์แบบ Thin-Film มาใช้ควบคุมการแสดงผลในแต่ละจุดบนจอภาพ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมดีกว่าแบบ Passive Matrix มาก แต่ข้อเสียก็คือ การออกแบบที่ซับซ้อนมากขึ้นเพราะเราจะออกแบบจอภาพ LCD แบบ Active Matrix ให้แสดงผลที่ความละเอียด 1,024x786 เราจะต้องใช้ทรานซิสเตอร์มากถึง 2,359,296 ตัว (1,024x786x3) เพราะแต่ละจุดประกอบด้วยตัวควบคุมแม่สีแสง 3 สี ก็คือ ต้องใช้ทรานซิสเตอร์ถึง 3 ตัวใน 1 จุด อีกทั้งการออกแบบก็ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะถ้ามีทรานซิสเตอร์เสียเพียงตัวเดียวจะส่งผลให้จุดภาพบนจอภาพแสดงสีเพี้ยนหรือไม่ก็เป็นจุดดำมืดไปทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 คุณสมบัติของจอภาพ LCD

!) ค่าความเร็วในการตอบสนอง

ค่าความเร็วในการตอบสนองต่อความเคลื่อนไหวนี้เรียกว่า Respond Time ในอดีตจอภาพ LCD แสดงผลภาพเคลื่อนไหวได้แย่มาก เนื่องจากโครงสร้างภายในที่เป็นผลึกคริสตัลเหลว การบิดตัวของคริสตัลจึงทำได้ช้าส่งผลให้แสดงภาพเคลื่อนไหวไม่ทันกับความเป็นจริง

แต่เทคโนโลยีได้พัฒนาให้กลไกภายในจอภาพ 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 ของอียี่ห้อหนึ่งก็ได้ ดังนั้นสิ่งที่ดีที่สุดคือการทดลองด้วยสายตาของเราเองก่อนการตัดสินใจว่าจอภาพยี่ห้อใด หรือรุ่นใดเหมาะสมที่จะเลือกซื้อมาใช้งานมากที่สุด

2) อัตราความสว่าง

ค่าความสว่างของจอภาพ LCD ในปัจจุบันสามารถทำได้ 250-300 cd/m^2 (cd/m^2 ย่อมาจาก Candela per $meter^2$) นับว่ามากจนเกินที่จะรับได้ แต่ปัญหาของจอภาพ LCD คือ หลอดไฟ (Backlight) จะอยู่กลางจอภาพเพราะฉะนั้นความสว่างสูงสุดจะอยู่ตรงกลางจอภาพเท่านั้น ทำให้มุมทั้งสี่ของจอภาพสว่างไม่ทั่วถึงกัน ดังนั้น จะต้องสังเกตให้ดีว่าจอภาพ LCD สามารถให้ความสว่างตรงขอบมุมจอภาพได้ชัดเจนเท่ากับตรงกลางจอภาพหรือไม่

3) มุมมองของจอภาพ

การมองภาพในมุมต่างๆ (Viewable Angle) นั้นเราสามารถมองตัวอักษรหรือรูปภาพบนจอภาพแบบ LCD ได้อย่างไม่ผิดเพี้ยนในมุมหนึ่งๆ เท่านั้น หากเกินจากนี้เราจะพบว่าสีที่แสดงผลออกเพี้ยนๆ ไป เช่น สีฟ้าอาจกลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม เป็นต้น และยิ่งจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCD มีค่าตอบสนองต่อการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว (Respond Time) ได้เร็วเพียงใด มุมมองของจอภาพก็จะแสดงผลได้น้อยลงตามค่า Respond Time ดังนั้น การเลือกใช้จอภาพ LCD จะเหมาะสมกับการทำงานด้านหน้าจอภาพมากกว่าที่จะทดแทนจอโทรทัศน์เพื่อใช้ชมภาพยนตร์

4) ปัญหาจุดเสียบนจอภาพ

จุดเสียบนจอภาพ หรือ Dead Pixel สามารถเกิดขึ้นได้กับจอภาพแบบ LCD ตลอดเวลา เพราะแต่ละจุดที่ใช้แสดงผลบนจอภาพ LCD ก็คือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด ที่มีทรานซิสเตอร์เป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของแสง ถ้าเกิดว่ามีทรานซิสเตอร์ที่ตำแหน่งหนึ่งบนจอภาพเกิดเสียขึ้นมาเพียง 1 ตัว นั่นหมายความว่าจะเกิดปัญหากับการแสดงผลที่จุดนั้นทันที จอภาพแบบสีจะต้องมีทรานซิสเตอร์ 3 ตัวในการควบคุมแสงทั้ง 3 สีต่อการแสดงผลเพียง 1 จุด

ดังนั้น ถ้าทรานซิสเตอร์สีแดงเกิดเสียขึ้นมา เมื่อเราสั่งแสดงผลสีแดงเราจะพบจุดที่ทรานซิสเตอร์เสียนั้นเป็นสีดำมืด แต่ถ้าทรานซิสเตอร์ทั้ง 3 ตัว เกิดเสียพร้อมกันทั้งหมด จุดตรงนั้นก็จะกลายเป็นสีดำตลอดกาล หรืออีกกรณีหนึ่งก็คือ เกิดการทำงานที่ผิดพลาดทำให้ทรานซิสเตอร์ทั้ง 3 ตัวเปิดให้แสงผ่านตลอดเวลา ก็จะทำให้จอภาพของเรามีจุดที่แสดงสีขาวตลอดเวลาไม่ว่าเราจะเปลี่ยนไปแสดงสีใดๆก็ตาม โดยตารางที่ 2.4 แสดงถึงมาตรฐาน ISO 13406-2 ซึ่งกำหนดจำนานจุดพิกเซลเสีย (Dead Pixel) ที่อนุญาตให้มีการเคลมได้สำหรับจอภาพแบบ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานในการขอเคลมจอภาพ LCD เมื่อพบ Dead Pixel

ตำแหน่ง	มาตรฐานในการขอเคลมจอภาพ LCD เมื่อพบ Dead Pixel			
	ISO 13406-2 Class I		ISO 13406-2 Class II	
บนจอภาพ	ขนาด 15 นิ้ว	Dead Pixel 1 จุด	ขนาด 15 นิ้ว	จุดสว่างและมืด 2 จุด หรือ จุดที่แสดงสีผิดพลาด 4 จุด
	ขนาด 17 นิ้ว	Dead Pixel 1 จุด	ขนาด 17 นิ้ว	จุดสว่างและมืด 2 จุด หรือ จุดที่แสดงสีผิดพลาด 4 จุด
ขอบจอภาพ	เคลมได้		เคลมไม่ได้	
กลางจอภาพ	เคลมได้		เคลมไม่ได้	

2.1.3 ความแตกต่างของจอภาพแบบ CRT และ LCD

ในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าจอภาพแบบ CRT และ LCD นั้นมีความแตกต่างกันอย่างไร จอภาพแบบไหนมีประสิทธิภาพในการแสดงผลมากกว่ากัน และมากกว่ากันทางด้านใดบ้าง เพราะจอภาพทั้งสองแบบนี้ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียที่ผู้ใช้ควรทราบก่อนที่จะเลือกซื้อเพื่อไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติในการแสดงผลของจอภาพแบบ CRT และ LCD

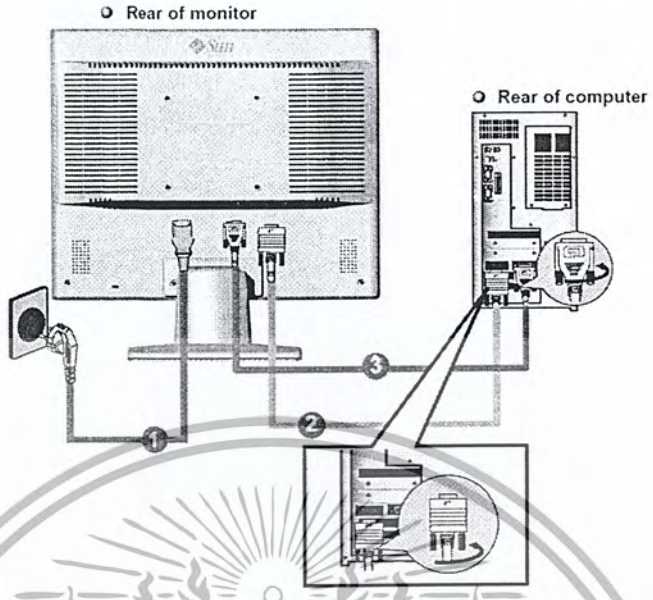
คุณสมบัติในการแสดงผล	จอภาพแบบ CRT	จอภาพแบบ LCD
ความสว่าง	80 ถึง 120 cd/m^2	250 ถึง 300 cd/m^2
ค่าความต่างของสี	350 : 1 ถึง 700 : 1	350 : 1 ถึง 500 : 1
มุมมองในแนวนอน	มากกว่า 150 องศา	130 ถึง 160 องศา
มุมมองในแนวตั้ง	มากกว่า 120 องศา	120 ถึง 140 องศา
โฟกัสของภาพ	ดี	ดีมาก
ความผิดพลาดในการแสดงผล	มีบ้างเล็กน้อย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

2.2 หลักการทำงานจอมอนิเตอร์

2.2.1 ลักษณะของการส่งข้อมูลในรูปแบบสายในวงจรมอนิเตอร์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การพ่วงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่จอมอนิเตอร์ผ่านสายเคเบิลของดีซับ

2.2.2 แสงสีและการมองเห็น

การมองเห็นสิ่งต่างๆที่แวดล้อมอยู่รอบๆตัวเราได้นั้น เนื่องจากมีแสงพุ่งออกมาจากสิ่งนั้นมาเข้าตาเราหากว่าสิ่งนั้นไม่มีแสงในตัวเองต้องอาศัยแสงจากแหล่งกำเนิด เช่น แสงอาทิตย์ไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมาเข้าตาจึงเกิดการมองเห็น สำหรับสิ่งที่ไม่มีแสงในตัว เช่น จอภาพ จึงต้องสร้างแสงขึ้นมาเองแล้วส่องเข้าตาโดยตรง ภาพที่มองเห็นเป็นรูปแบบของแสงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 380 ถึง 780 นาโนเมตร

2.2.3 การผสมสีแสง

แสงที่มองเห็นเป็นสิ่งต่างๆนั้นมีความถี่หรือความยาวคลื่นไม่เท่ากัน การที่ตาเรามองเห็นสีสันก็คือเรามองเห็นแสงที่ความถี่ต่างๆกัน แสงจึงเป็นพื้นฐานของเรื่องสีในเรื่องโทรทัศน์สีการสร้างภาพสีและการกำเนิดสัญญาณภาพสีโดยอาศัยการผสมสีแสง โดยมีแม่สีแสงที่มีอยู่สามสีคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน เรานิยมเขียนย่อๆดังนี้ สีแดง (red) เขียนว่า R สีเขียว (green) เขียนว่า G และสีน้ำเงิน (blue) เขียนว่า B การผสมสีแสงจากแม่สีทั้งสามจะเกิดการรวมตัวกันได้เป็นความถี่ที่เกิดจากผลรวมระหว่างแสงของแม่สีทั้งสองซึ่งมีความถี่ผิดไปจากเดิม ดังนั้นเมื่อแสงความถี่นี้พุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เข้าตาจึงทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็นสีอื่น การสร้างสีองค์ประกอบจากการผสมแม่สีจะได้ดังนี้

แดง + เขียว = เหลือง

เขียว + น้ำเงิน = ฟ้าซีด หรือเรียกว่า ไซอัน

แดง + น้ำเงิน = ม่วงอมแดง หรือเรียกว่า มาเจนต้า

แดง + เขียว + น้ำเงิน = ขาว

เราสามารถสร้างสีต่างๆได้มากมายโดยการผสมสีแม่สีทั้งสามคือ แดง เขียว น้ำเงิน โดยการปรับความเข้าหรือส่วนผสมของแม่สี

2.2.4 คุณสมบัติของสี

แสงสีมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

1) สีสันหรือว่าฮิว (hue) หมายถึง สิ่งที่ตาเรามองเห็นเช่น เมื่อเรามองเห็นวัตถุสีแดงเราก็จะรู้สึกว่า วัตถุนั้นมีสีสันหรือฮิวเป็น สีแดง กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าฮิวกำหนดโดยความถี่ของแสงจากวัตถุที่ให้ความรู้สึกแก่ตาเรา

2) ความเข้มสี (saturation) สีที่เรามองเห็นนั้นจะมีความเข้มสีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมของแสงสีขาวเช่น สีแดงอ่อน หรือสีชมพูก็คือสีที่มีส่วนประกอบของสีขาวอยู่

3) ความสว่าง (brightness) เป็นการวัดความสว่างของแสงที่ตาเรารู้สึกต่อสี เช่น ตาเราจะรู้สึกว่าสีเหลืองสว่างกว่าสีแดงและสีน้ำเงิน

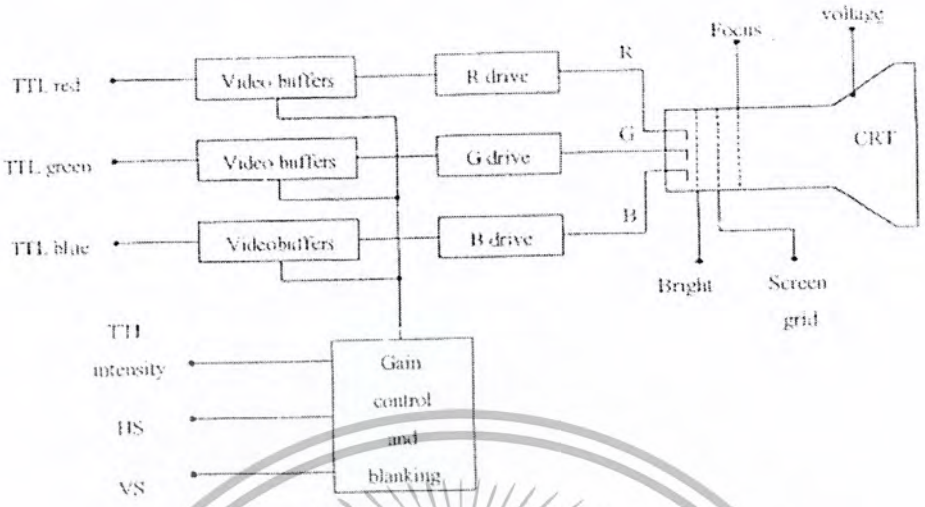
สรุปว่า แสงที่มีพลังงานเท่ากัน แต่ว่ามีความถี่ไม่เท่ากัน (คนละสี) ตาเราจะรู้สึกว่ามีความสว่างไม่เท่ากันแสดงว่าความสว่างขึ้นอยู่ที่พลังงานของแสง (photo energy) ส่วนสีสันขึ้นอยู่กับความถี่ของแสง สำหรับความเข้มข้นของสีขึ้นอยู่กับว่าแสงนั้นมีส่วนผสมของสีขาวอยู่มากหรือน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
121560

2.2.5 การสร้างภาพสีของจอมอนิเตอร์

การสร้างภาพสีของจอมอนิเตอร์เกิดขึ้นได้โดยการใช้หลอดภาพสีที่มีโครงสร้างภายนอกเหมือนกับของหลอดภาพขาวดำ แต่ด้านในของจอภาพจะฉาบเอาไว้ด้วยสารฟอสเฟอร์ 3 ชนิด ที่มีคุณสมบัติเปล่งแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินออกมาเมื่อถูกลำอิเล็กตรอนวิ่งมาชน ลักษณะการฉาบสารฟอสเฟอร์จะใช้วิธีการฉาบเป็นจุดหรือเป็นเส้นที่เล็กมากเรียงสลับกันไปจนเต็มตลอดหน้าจอ เนื่องจากสารฟอสเฟอร์มี 3 ชนิด ดังนั้นจึงต้องใช้อิเล็กตรอนกันถึงสามอันเพื่อแยกยิงลำอิเล็กตรอนแต่ละลำให้ไปชนสารฟอสเฟอร์แต่ละสี โดยจะตั้งอิเล็กตรอนกันแต่ละอันให้ยิงไปชนแต่ละสีหนึ่งสีใดโดยเฉพาะ เช่นอิเล็กตรอนกันที่ยิงลำอิเล็กตรอนกันไปชนเฉพาะสารฟอสเฟอร์สีแดงจะทำให้สร้างแต่สีแดงเท่านั้นให้ปรากฏออกมาหน้าจอภาพทุกครั้งที่อิเล็กตรอนกันอันนี้ทำงาน จึงเรียกว่าอิเล็กตรอนกันสีแดง ส่วนอิเล็กตรอนกันที่เหลืออีกสองอัน ซึ่งตั้งเล็งยิงลำอิเล็กตรอนไปชนสารฟอสเฟอร์สีเขียวและสีน้ำเงิน เพื่อสร้างสีเขียวและสีน้ำเงินให้เกิดขึ้นที่หน้าจอเราเรียกว่าอิเล็กตรอนกันสีเขียวและอิเล็กตรอนกันสีน้ำเงิน หลอดภาพของจอมอนิเตอร์ก็จะสร้างแสงให้เกิดขึ้นที่หน้าจอโดยมีวงจรไบอัสจ่ายแรงดันให้กับชิ้นส่วนต่างๆที่อยู่ในอิเล็กตรอนกันทั้ง 3 เพื่อให้ยิงลำอิเล็กตรอนไปชนจอโดยปรับระดับไบอัสเพื่อทำให้ปริมาณอิเล็กตรอนทั้ง 3 ที่ยิงไปชนจอพร้อมๆกันนั้น สร้างแสงขาวให้ปรากฏขึ้นที่หน้าจอ โดยมีความสว่าง 50% ขณะที่ยังไม่มีสัญญาณป้อนเข้ามายังอิเล็กตรอนกันลำแสงอิเล็กตรอนทั้งสามจะถูกเบี่ยงเบนโดยสนามแม่เหล็กจากขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อให้เกิดการสร้างแสงขึ้นเต็มจอ สัยยาณที่ส่งมาที่อิเล็กตรอนกันทั้งสามต้องมีสามสัญญาณเช่นกัน คือสัญญาณสีแดงส่งป้อนให้อิเล็กตรอนกันแสงสีแดง และสัญญารสีเขียวกับสีน้ำเงินจะส่งป้อนให้กับอิเล็กตรอนกันแสงสีเขียวกับสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การป้อนสัญญาณขับจอมอนิเตอร์

เพื่อสร้างแสงสีเขียวและสีน้ำเงิน สัญญาณทั้ง 3 จะป้อนเข้าไปเพื่อทำให้อิเล็กตรอนกันแต่ละอันเปลี่ยนแปลงปริมาณของลำอิเล็กตรอนที่ยิงไปชนจอ เป็นการสร้างสีต่างๆให้เกิดบนจอตามต้องการ เช่น เมื่อมีส่วนของสัญญาณที่ส่งมาเป็นสีแดงอิเล็กตรอนกันสีแดงจะได้รับสัญญาณเพื่อเพิ่มปริมาณอิเล็กตรอนที่ยิงไปชนสารฟอสเฟอร์สีแดงมากขึ้นจึงเกิดการเปล่งแสงเป็นสีแดง โดยอิเล็กตรอนกัน 2 อันที่เหลือจะถูกทำให้เกิดคัทออฟถ้าส่วนของภาพเป็นสีไซอันก็จะมีสัญญาณสีเขียวและสีน้ำเงินป้อนให้อิเล็กตรอนกันสีเขียวและสีน้ำเงินเพื่อทำให้เพิ่มปริมาณลำอิเล็กตรอนที่ยิงไปชนสารฟอสเฟอร์ที่หน้าจอทำให้เกิดการเปล่งแสงสีเขียวและสีน้ำเงินออกมาพร้อมๆกันซึ่งทำให้เกิดผลรวมเป็นเป็นสีไซอัน โดยอิเล็กตรอนกันสีแดงจะทำให้เกิดคัทออฟในจังหวะนั้นสำหรับการสร้างภาพขาวดำนั้นหลอดภาพจะได้รับสัญญาณพร้อมกันทั้ง 3 สัญญาณ ทำให้อิเล็กตรอนกันทั้งสามเปลี่ยนแปลงลำอิเล็กตรอนที่ยิงไปชนอย่างเป็นสัดส่วนต่อกันจึงเกิดการสร้างส่วนของภาพที่เป็น สีขาว เทาอ่อน เทาแก่ตามลำดับ และดำ ที่หน้าจอเราเรียกสัญญาณขาวดำว่า สัญญาณลูมิแนนซ์ (luminace) หรือเรียกย่อๆว่าสัญญาณวาย (Y) คือสัญญาณความสว่าง วิธีการสร้างสัญญาณ Y ก็คือการนำสัญญาณ R, G, B มารวมกันทางไฟฟ้าตามสัดส่วนเทียบกับแสงสีขาวดังสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \qquad (2.1)$$

สำหรับสีขาวมีส่วนผสมแม่สีคือ $R = 1,\ G = 1,\ B = 1$ แทนในสมการจะได้

$Y = 0.3 + 0.59 + 0.11$

$Y = 1$ ได้สีขาวความสว่าง 100%

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

$Y = 0.3$ ได้สีแดงความสว่าง 30%

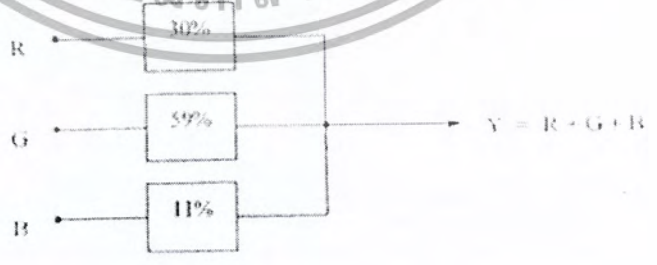
สำหรับสีเขียว มีส่วนผสมแม่สีคือ $R = 0,\ G = 1,\ B = 0$ แทนในสมการจะได้

$Y = 0.59$ ได้สีเขียวความสว่าง 59%

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

$Y = 0.11$ ได้สีน้ำเงินความสว่าง 11%

เราสามารถสร้างสัญญาณ Y ได้จากสัญญาณ R, G, B โดยใช้ตัวต้านทานลดระดับแรงดันของสัญญาณทั้ง 3 ให้ได้ขนาดความแรงของสัญญาณเป็นสัดส่วนตามสมการที่กล่าวมาแล้ว คือ $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ แล้วนำสัญญาณที่ได้มารวมกัน ดังรูป



รูปที่ 2.10 การสร้างสัญญาณลูมิแนนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การสแกน

การสแกนคือการนำเอาสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้านำมาเรียงกันให้เกิดเป็นภาพโดยการกวาดเป็นเส้นภาพที่หน้าจอโดยตัวที่มีหน้าที่สำคัญคือหลอดภาพ หลอดภาพมีโครงสร้างคล้ายกับหลอดสุญญากาศทั่วๆไปที่ปล่อยอิเล็กตรอนมาจาก คาโถด แล้วมีการดึงลำอิเล็กตรอนให้วิ่งเป็นลำกระทบเข้ากับหน้าจอหรือ อาโนด การสแกนมี 2 วิธีคือ การสแกนแบบเดินหน้า (progressive scanning) กับการสแกนแบบสลับเส้น (interlaced scanning) การที่จะทำให้หารสแกนมีความต่อเนื่องขององค์ประกอบภาพต้องคำนึงหลัก 3 ประการ คือ

1) ลำอิเล็กตรอนที่กวาดไปทางแนวนอน (horizontal scanning) ในแต่ละครั้งจะต้องครอบคลุมองค์ประกอบภาพทั้งหมดของเส้นนั้น

2) ในแต่ละเส้นของการสแกนลำอิเล็กตรอน ลำแสงต้องกวาดกลับด้วยความเร็วสูงไปยังด้านซ้ายเพื่อเริ่มการสแกนในลำดับต่อไป เวลาของการสะบัดกลับเราเรียกว่ารีเทรซ (retrace) หรือฟลายแบ็ค (flyback) ในกรณีดังกล่าวจะต้องไม่มีข้อมูลภาพใดๆเพราะหลอดภาพจะเกิดการแบลงค์เอาต์ (blank out) ในขณะนั้น

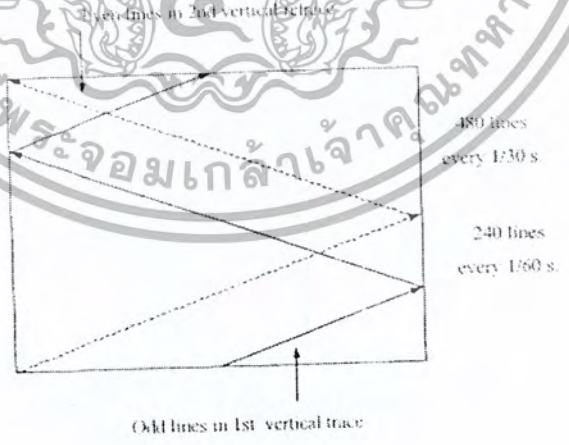
3) ในขณะที่เส้นสแกนสะบัดกลับมาเพื่อเริ่มต้นทางซ้ายใหม่ตำแหน่งทางแนวตั้งต้องต่ำกว่าตำแหน่งเดิมเพื่อทำให้การสแกนเส้นต่อไปไม่ทับกันทั้งนี้โดยการควบคุมทางแนวตั้ง (vertical scanning)

การสแกนที่ใช้ในจอมอนิเตอร์ใช้การเรียงภาพ 30 ถึง 60 ภาพต่อวินาทีจึงจะเกิดภาพต่อเนื่องแต่ก็ยังมีการกระพริบ (fricker) เนื่องจากว่าการสแกนเริ่มจากขอบบนลงมาด้านล่างแสงทางด้านบนเริ่มมืดลงกว่าด้านล่างจึงมองเห็นว่ามันกระพริบ และเวลาที่ลำแสงการสแกนวกกลับไปด้านบนด้านล่างก็จะเกิดปัญหาเช่นเดียวกับความรู้สึกต่อกรณีนี้คือ เกิดแสงกระพริบหรือวูบวาบขึ้นซึ่งจะเกิดขึ้นในการสแกนแบบเดินหน้า (progressive scanning) ซึ่งเป็นการสแกนพื้นฐาน เพื่อแก้ปัญหาการกระพริบจึงต้องใช้การสแกนแบบสอดแทรก (interlaced scanning) โดยครั้งแรกจะสแกนที่ฟิลด์คี่ (odd line trace) และครั้งต่อไปจะสแกนแบบฟิลด์คู่ (even line trace) เป็นการสแกนแบบเส้นเว้นเส้น หมายความว่าการที่จะได้ภาพ 1 ภาพหรือ 1 เฟรมต้องใช้การสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

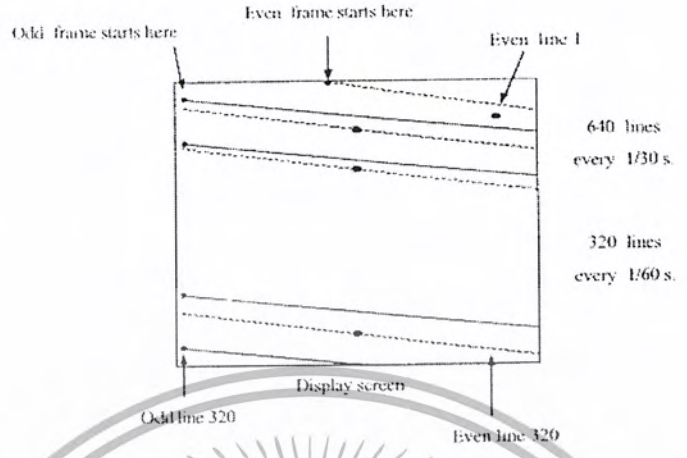
แนวตั้ง 2 ครั้งหรือ 2 ฟิลด์ (field) มาตรฐานของจอ VGA จะใช้เส้นสแกน 320 เส้นทางแนวนอน และ 240 เส้นทางแนวตั้งเริ่มต้นการสแกนสมมุติว่าจากเส้นสแกนคี่ทางแนวนอนโดยเริ่มจากทางซ้ายแล้วกวาดไปทางขวานับเป็นเส้นสแกนที่ 1 แล้วจึงสแกนเส้นที่ 3, 5, 7, 9 และต่อๆ ไปจนได้เส้นสแกนครบ 320 เส้น ดังแสดงรูปที่ 2.11 (ในส่วนที่เป็นเส้นทึบ)

ที่จุดสิ้นสุดการสแกนเส้นคี่ทางแนวนอนนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นการสแกนทางแนวตั้งของฟิลด์คี่ซึ่งเราเรียกการสแกนทางแนวตั้งว่า เวอร์ติคอลรีเทรซ (vertical retace) หรือสัญญาณฟลายแบ็ค (flyback) เพื่อดึงกลับไปด้านบนของจอภาพในตำแหน่งนี้เพื่อให้เริ่มต้นการสแกนเส้นคู่ต่อไปที่กล่าวที่กล่าวมาทั้งหมดคือการสแกนในหนึ่งฟิลด์ แสดงในรูปที่ 2.11 (ในส่วนที่เป็นเส้นทึบ) เวลาของการรีเทรซ (retrace time) ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งเป็นเวลาสั้นๆ ถึงอย่างไรก็ตามเราไม่ต้องการให้เส้นสแกนของช่วงที่เป็นการสะบัดกลับเข้ามารบกวนให้เกิดภาพในส่วนนี้จึงต้องทำการลบเส้นสะบัดกลับเวลาของการรีเทรซจะใช้เวลาประมาณ 10 – 16 % ของเวลาทั้งหมดในการสแกน การสแกนของเส้นคู่ก็เป็นในทำนองเดียวกันต่างกันที่จุดเริ่มต้นเท่านั้น โดยจะเริ่มที่จุดสุดท้ายของขั้นตอนก่อนหน้านี้ และจะสลับกันไปเช่นนี้เรื่อยๆ



รูปที่ 2.11 การสแกนทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การสแกนทางแนวตั้ง

2.3 โครงสร้างของกราฟฟิกการ์ด

1) กราฟิกชิป (Graphic Chip) ถือเป็นหัวใจหลักของกราฟิกการ์ด ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลทางด้านกราฟฟิกที่ต้องมีการคำนวณมากมาย ก่อนที่จะนำออกแสดงยังจอภาพ โดยเฉพาะถ้าเป็นกราฟิกการ์ด 3 มิติ ในเกมยุคใหม่ๆ ที่มักต้องการความเหมือนจริงทั้งภาพและการเคลื่อนไหว ก็ยิ่งต้องใช้ความสามารถในการคำนวณมาก

2) วิดีโอแรม (Video RAM) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพก่อนนำแสดงออกสู่จอภาพ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้ถูกประมวลผลเรียบร้อยแล้ว

3) ชิปไบออส (BIOS Chip) จะมีหน้าที่คล้ายๆกับชิปไบออสของเมนบอร์ดคือควบคุมการทำงานเบื้องต้นและคอยตรวจสอบความผิดปกติต่างๆของการ์ดแสดงผล และเก็บข้อมูลที่จำเป็นของกราฟิกการ์ด

4) แรมแดค (RAMDAC) ทำหน้าที่ควบคุมการแปลงสัญญาณภาพ โดยจะทำการแปลงสัญญาณที่เป็นแบบ Digital ให้เป็นสัญญาณแบบ Analog เพื่อส่งไปยังจอภาพเพื่อแสดงผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) บัสอินเตอร์เฟส (Bus Interface) เป็นส่วนที่ใช้ติดตั้งเข้ากับสล็อตของเมนบอร์ดเพื่อเชื่อมทางเดินของข้อมูลจากการ์ดไปยังอุปกรณ์อื่นๆ

6) ช่องเชื่อมต่อจอภาพ (VGA Connector) เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับจอภาพเพื่อส่งสัญญาณภาพออกไปสู่จอภาพ

7) ช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ เป็นช่องเชื่อมต่อพิเศษที่เพิ่มเข้ามาสำหรับการ์ดบางรุ่น ซึ่งการ์ดแต่ละตัวจะมีจำนวนช่องไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับรุ่นของการ์ด เช่น Video In\Out , DVI และ HDMI

2.3.1 การ์ดแสดงผลนำภาพออกสู่จอได้ยังไง

ในการทำงานกับคอมพิวเตอร์นั้น การแสดงผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้รู้ว่าคอมพิวเตอร์กำลังทำอะไรอยู่ โดยจะแสดงผลออกมาสู่จอภาพซึ่งส่วนประกอบหลักที่ใช้งานในส่วนของการแสดงผลในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นคือกราฟิกการ์ดนั่นเอง

1) เริ่มจาก CPU ประมวลผลข้อมูลหลักและเริ่มกระจายงานไปสู่ส่วนต่างๆ

2) ข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงผลจะถูกส่งไปยังกราฟิกการ์ด โดยผ่านช่อง AGP หรือ PCI Express

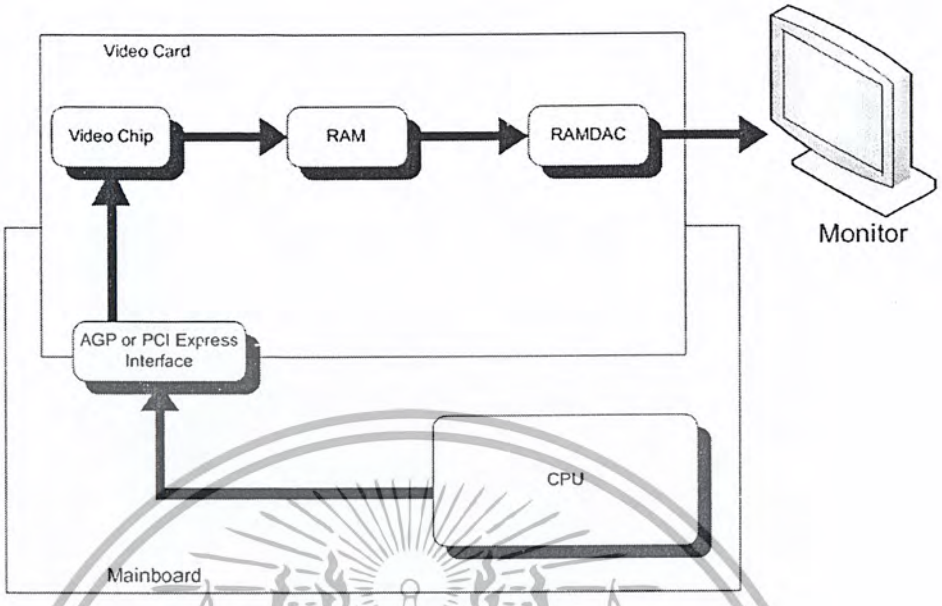
3) จากนั้นการ์ดแสดงผลก็จัดการประมวลผล โดยใช้ Video Chip

4) หลังจากการประมวลผลเสร็จ ก็จะส่งข้อมูลให้กับแรมบนกราฟิกการ์ด

5) ต่อมาข้อมูลก็จะถูกส่งให้แรมแดค (RAMDAC) เพื่อทำการแปลงสัญญาณที่อยู่ในรูปแบบดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก

6) สุดท้ายก็นำสัญญาณที่ได้ส่งไปแสดงผลยังจอภาพ เมื่อจอภาพได้รับสัญญาณก็จะแสดงผลที่จอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงกระบวนการนำภาพออกสู่จอภาพ

2.4 สัญญาณโทรทัศน์สี

ความต้องการในเรื่องการให้บริการโทรทัศน์สีในเขตบริการที่มีเครื่องรับโทรทัศน์ ขาวดำอยู่ด้วย มีอยู่ด้วยกันสามประการ ประการแรกคือ เรื่องของ compatibility กับ reverser compatibility ประการที่สอง คือสัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งออกอากาศ จะต้องประกอบด้วยส่วนที่เป็นสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) กับส่วนที่เป็นสัญญาณโทรทัศน์สีที่ให้ภาพสี (chrominance signal) จะต้องมีขอบเขตอยู่ในความถี่เดียวกันกับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) ในทางปฏิบัติ กล้องโทรทัศน์สีจะช่วยเหลือทำให้เกิดสัญญาณแสง สีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน ขึ้น ซึ่งหากจะทำการส่งสัญญาณแสงสีเหล่านี้ มาผสมกันในวงจรพิเศษ ซึ่งเรียกว่าวงจรเมตริกซ์ (matrix) เพื่อทำให้เกิดเป็นสัญญาณใหม่สองสัญญาณ คือ สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณโทรทัศน์ภาพสี ตามที่ได้แสดงไว้แล้วในรูป 2.14 เมื่อสถานีโทรทัศน์สีส่งสัญญาณต่างๆเหล่านี้ออกอากาศ เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำก็จะรับแต่เฉพาะสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือส่วนที่เป็นสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) ส่วนเครื่องโทรทัศน์สีก็จะรับสัญญาณโทรทัศน์ทั้งหมด แล้วทำให้เกิดเป็นภาพสีขึ้นที่จอหลอดภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 สัญญาณที่ได้จากกล้องโทรทัศน์สี

กล่าวโดยสรุป สถานีโทรทัศน์สีจะต้องส่งสัญญาณต่างๆ ออกอากาศไปให้เครื่องรับโทรทัศน์เพื่อทำให้เกิดภาพสีขึ้นที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สี และภาพขาวดำที่จอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ ดังต่อไปนี้

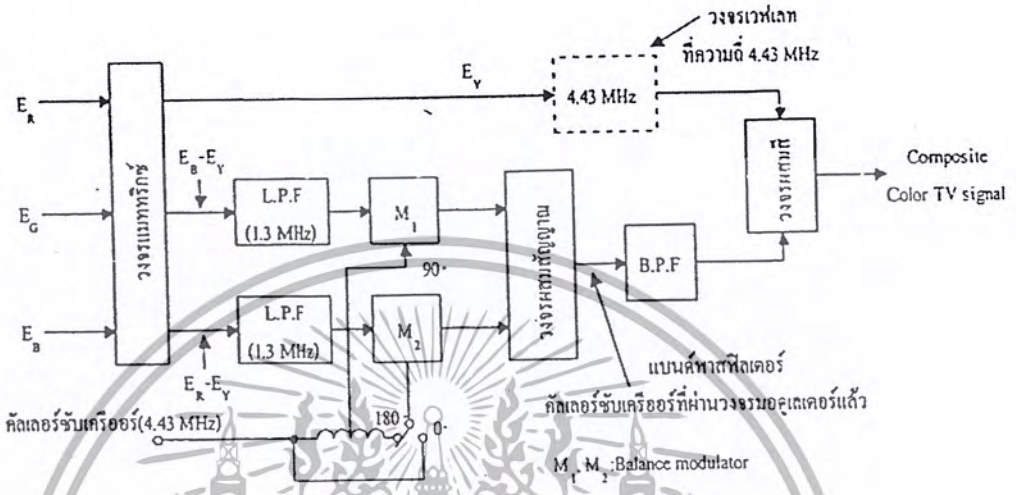
- สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal)
- สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal)
- สัญญาณซิ้งค์,แบล้งค์กิ้ง และอีควอไลซิ่ง (synchronizing,blanking and equalizing signal)
- สัญญาณซิ้งค์ของภาพสี (color sync signal)

เหตุผลและความจำเป็นในการที่ต้องส่งสัญญาณต่างๆ เหล่านี้ มีดังต่อไปนี้

1) สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) สัญญาณนี้คือสัญญาณภาพ (video signal or brightness signal) ในเรื่องของโทรทัศน์ขาวดำนั่นเอง กล้องโทรทัศน์สีในห้องส่งโทรทัศน์ จะช่วยทำให้เกิดสัญญาณแสงสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน ขึ้น ซึ่งเราอาจใช้สัญลักษณ์ E_R,E_G, E_B แทนค่าสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นโวลต์ที่ได้จากหลอดสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน ตามลำดับ สัญญาณทั้งสามนี้จะผ่านวงจรพิเศษ เรียกว่า วงจรเมตริกซ์ (matrix) ตามที่แสดงในรูป 2.15 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณส่องสว่าง (brightness or video signal , or luminance signal) E_y โดยมีส่วนผสมของแสงสีทั้งสามในอัตราส่วนที่แน่นอน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_y = 0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B \qquad (2.2)$$



รูปที่ 2.15 สัญญาณส่องสว่าง

2) สัญญาณโทรทัศน์ให้ภาพสี (chrominance signal) สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่เครื่องส่งโทรทัศน์สีได้ทำการส่งไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ เพื่อช่วยเหลือทำให้เกิดภาพสีขึ้นทางจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สีคุณลักษณะของสัญญาณนี้ จะขึ้นอยู่กับระบบของโทรทัศน์สี ซึ่งมีอยู่สามระบบคือ โทรทัศน์สีระบบ NTSC โทรทัศน์สีระบบ PAL และโทรทัศน์สีระบบ SECAM สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีในโทรทัศน์สีระบบ NTSC จะประกอบด้วยสัญญาณสีสองสัญญาณที่รวมกันอยู่ในรูปของ amplitude-modulated signal suppressed carrier โดยจะต้องทำให้มุมระหว่างคลื่นพาห์ทั้งสองต่างกันเก้าสิบองศา สัญญาณทั้งสองสัญญาณนี้ เครื่องรับโทรทัศน์สีจะมีวงจรพิเศษแยกออกมาเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมเรื่องแสงสี (hue) และการอิ่มตัวของแสง (saturation) ของภาพสีที่ปรากฏบนจอภาพ สัญญาณโทรทัศน์ภาพสีนี้ จะใช้คลื่นพาห์ของสัญญาณ หรือคัลเลอร์ซับ-แคเรียร์ (color subcarrier) ที่ความถี่ 3.58 MHz และจะต้องรวมกันกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) เพื่อใช้คลื่นพาห์ ของเครื่องส่งโทรทัศน์สีนำออกอากาศเพื่อส่งต่อไปให้ถึงเครื่องรับโทรทัศน์สี วิธีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีรวมไปกับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

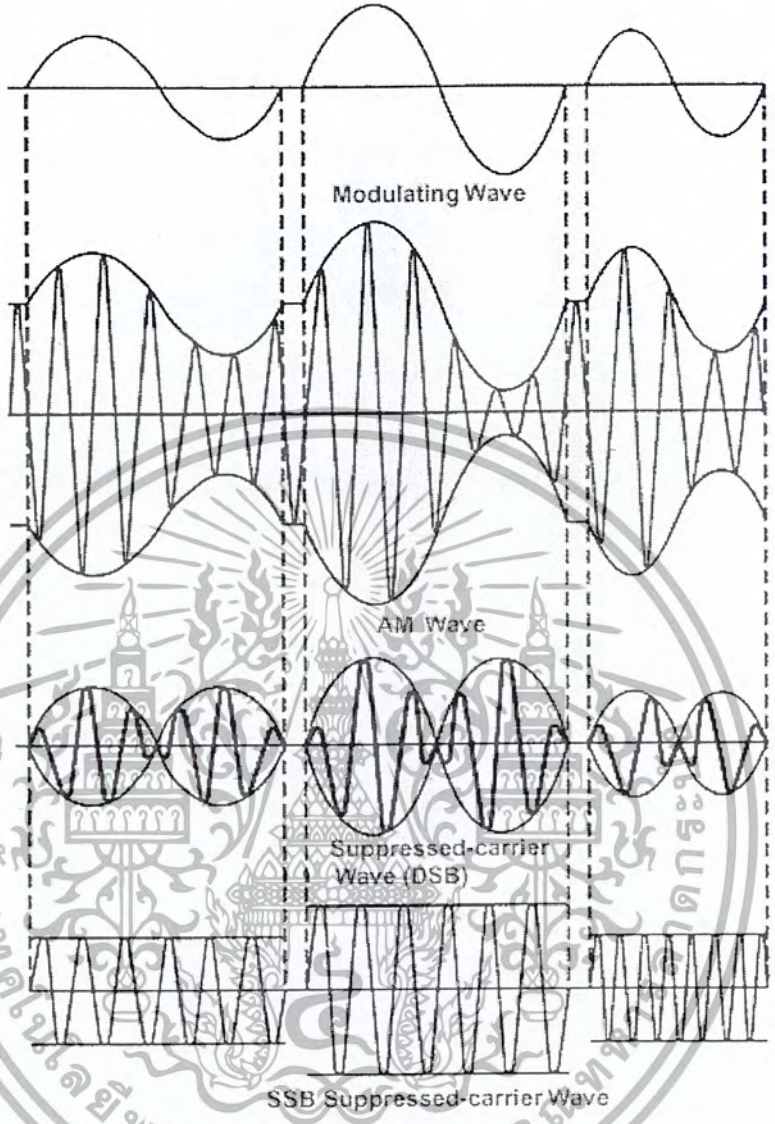
โทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง โดยการใช้คลื่นพาห์ของสัญญาณสีนี้เป็นวิธีการพิเศษในทางไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า multiplex transmission

3) สัญญาณซิ้งค์ แบล็งค์กิ้ง และอีควอไลซิ่ง (synchronization,blanking and equalizing signals) สัญญาณดังกล่าวนี้ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับสัญญาณซิ้งค์ สัญญาณแบล็งค์กิ้ง และสัญญาณอีควอไลซิ่ง ในเรื่องของโทรทัศน์ขาวดำทุกประการ

4) สัญญาณซิ้งค์ของภาพสี (color sync signal) เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ตามข้อ (ข) อยู่ในรูปของ amplitude-modulated signal (suppressed carrier) ตามที่แสดงไว้ในรูป 2.16 ซึ่งเมื่อเครื่องรับโทรทัศน์สีรับได้แล้วก็จำเป็นต้องใช้คลื่นพาห์ของภาพสี หรือคัลเลอร์ซับ-แคเรียร์ (color subcarrier) ที่เหมือนกันกับที่ใช้ในเครื่องส่งโทรทัศน์ด้วย ฉะนั้น เครื่องรับโทรทัศน์สีจึงจำเป็นต้องมีวงจรผลิตคลื่นพาห์ของภาพสี หรือคัลเลอร์ซับแคเรียร์ที่ต้องการขึ้น เพื่อทำให้คลื่นพาห์ของภาพสี หรือคัลเลอร์ซับแคเรียร์ ที่ใช้ในด้านเครื่องส่งโทรทัศน์กับด้านเครื่องรับโทรทัศน์สีมีความถี่และเฟส (phase angle) ที่ถูกต้องตรงกัน เครื่องส่งโทรทัศน์จึงจำเป็นต้องส่งสัญญาณซิ้งค์ของภาพสี (color sync signal) ไปให้เครื่องรับโทรทัศน์สีโดยส่งไปในส่วนของ back porch ของซิ้งค์พัลซ์ทางแนวนอน ซึ่งเรียกสัญญาณซิ้งค์ของภาพสีนี้ว่า คัลเลอร์เบิรสต์ (color burst)

ความแตกต่างของโทรทัศน์สีระบบต่างๆ อยู่ที่วิธีการและวงจรในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีรวมไปกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่างเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 รูปร่างของสัญญาณที่ได้จากการมอดูเลตแบบ AM โดยปราศจากสัญญาณคลื่นพาห์ (suppress carrier amplitude modulation)

2.4.1 โทรทัศน์สีระบบ NTSC (NTSC color TV system)

โทรทัศน์สีระบบแรกของโลก คือ โทรทัศน์สีระบบอเมริกัน NTSC ซึ่งเป็นโทรทัศน์สีของสหรัฐอเมริกา และต่อมาได้แพร่หลายไปในอีกหลายประเทศที่ใช้โทรทัศน์ระบบอเมริกัน 525 เส้นต่อภาพ 30 ภาพ ต่อวินาที หลักการของการส่งโทรทัศน์ระบบนี้ ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 2.17 โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องโทรทัศน์สีจะทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าจากแสงสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน มีขนาด E_R,E_G, E_B ตามลำดับ แสงสีทั้งสามนี้ จะผสมกันในวงจรพิเศษที่เรียกว่า วงจรเมตริกซ์ (metrix circuit) การบวก ลบ ผสมสีทางไฟฟ้าของแสงสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน เหล่านี้จะทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ หรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal) E_y กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี (chrominance signal) สองสัญญาณ คือ inphase color signal voltage E_I และ quardrature-phase color signal voltage E_Q โดยมีส่วนผสมของแสงทั้ง 3 สีดังต่อไปนี้

สัญญาณส่องสว่าง (Luminance signal)

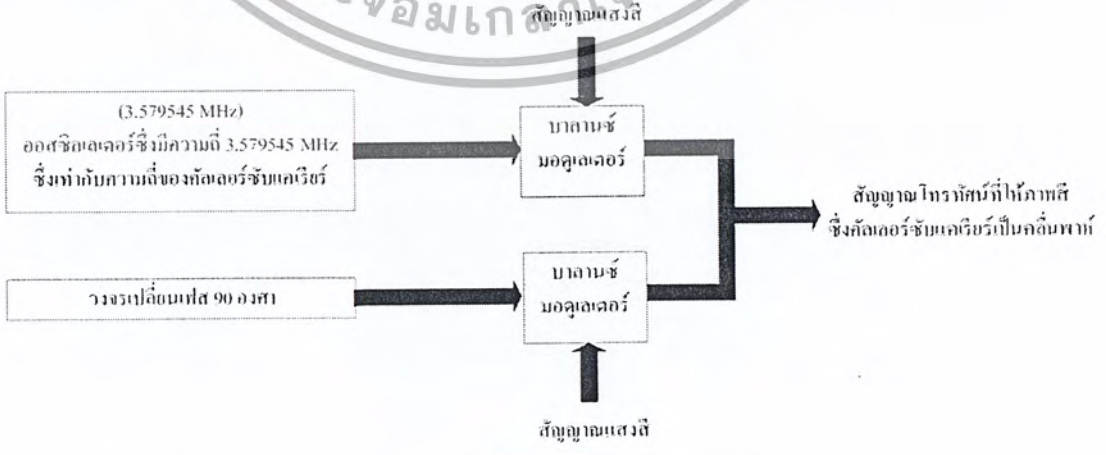
$$E_y = 0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B \tag{2.3}$$

สัญญาณแสงสีอินเฟส (Inphase color signal voltage)

$$\begin{aligned} E_I &= 0.74(E_R - E_Y) - 0.27(E_B - E_Y) \\ &= 0.60E_R - 0.28E_G - 0.32E_B \end{aligned} \tag{2.4}$$

สัญญาณแสงสีควอดราเจอร์ (Quadrature-phase color signal voltage)

$$\begin{aligned} E_Q &= 0.48(E_R - E_Y) + 0.41(E_B - E_Y) \\ &= 0.21E_R - 0.52E_G + 0.31E_B \end{aligned} \tag{2.5}$$

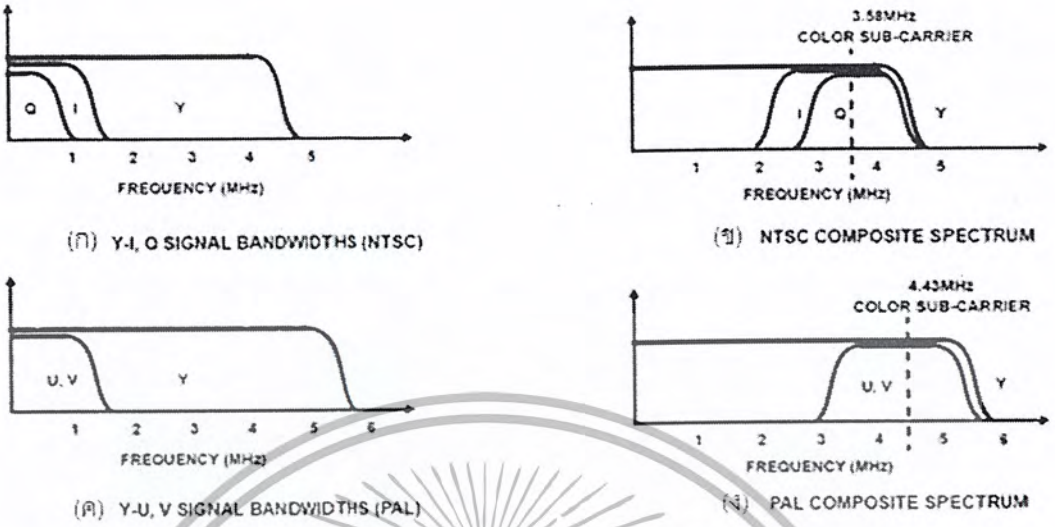


รูปที่ 2.17 การมอดูเลตสัญญาณแสงสีในโทรทัศน์ระบบ NTSC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเหล่านี้ จากเครื่องส่งโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ จึงใช้วิธีการ double modulation AM-AM กล่าวคือ สัญญาณสีทั้งสองสัญญาณจะมีคลื่นพาห์ของตัวเองโดยเฉพาะเรียกว่า คัลเลอร์ซับแคเรียร์ (color subcarrier) สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_I กับ E_Q จะผ่านเข้าไปยัง encoder ซึ่งมี balanced modulator ทั้งสองนี้ ก็คือ สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีทางไฟฟ้าสองชุดซึ่งแต่ละชุดจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated suppressed-carrier double sidebands ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.18 สัญญาณเหล่านี้ จะนำไปรวมกับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่างกับสัญญาณอื่นๆก่อน แล้วจึงใช้คลื่นพาห์ในเครื่องส่งโทรทัศน์นำออกอากาศในวิธีการของ amplitude modulation ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.18 สัญญาณที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปร่างของ amplitude-modulated double-sidebands ซึ่งกว้างประมาณข้างละ 4 MHz แต่การนำผ่านวงจร vestigial sideband filter จะช่วยลดไซด์แบนด์วิดธ์ทั้งสิ้น (lower sideband) ลงบ้าง และจะส่งไซด์แบนด์ด้านสูง (upper sideband) เต็มที่ซึ่งเท่ากับแบนด์วิดธ์ทั้งสิ้น (overall RF bandwidth) ประมาณ 6 MHz ซึ่งเท่ากับแบนด์วิดธ์ของช่องโทรทัศน์ขาวดำในระบบอเมริกันพอดี สำหรับแบนด์วิดธ์ของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_I กับ E_Qนั้น ผลของการทดลองได้พบว่าสายตาของคนเรา จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงในเรื่องรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่างได้ง่ายและดีกว่าการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี โดยเฉพาะในส่วนประกอบเล็กๆ ของภาพบนจอโทรทัศน์ ไม่จำเป็นต้องทำให้รายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีมีมากเท่ากับรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่างฉะนั้น โทรทัศน์สีระบบ NTSC จึงกำหนดให้สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_I ซึ่งแสดงลักษณะคุณสมบัติของแสงสีเขียวน้ำเงิน (cyan) หรือแสงสีส้ม (orange color) จะมีรายละเอียดได้กว้างประมาณ 1.5 MHz กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี E_Q ซึ่งแสดงลักษณะคุณสมบัติของแสงสีม่วง (purple) หรือแสงสีเขียว (green) นั้น สามารถกำหนดให้มีรายละเอียดได้เพียงประมาณ 0.5 MHz ก็เป็นการเพียงพอแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 สัญญาณส่องสว่างและสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีของโทรทัศน์ระบบ NTSC

(ก) แบนด์วิดท์ของสัญญาณ NTSC

(ข) สเปกตรัมของสัญญาณ NTSC

(ค) แบนด์วิดท์ของสัญญาณ PAL

(ง) สเปกตรัมของสัญญาณ PAL

2.4.2 โทรทัศน์สีระบบ PAL (PAL color TV system)

ระบบ PAL จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับระบบ NTSC แต่ได้รับการเสริมเติมแต่งแก้ไขให้มีความแตกต่างอยู่หลายอย่าง เรื่องที่สำคัญก็คือได้รับการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความผิดเพี้ยนทางเฟสและแอมพลิจูด (phase and amplitude) โดยปกติการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่และแอมพลิจูดต่างกัน ผ่านวงจรขยายสัญญาณหรือวงจรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง จะทำให้ต้องใช้เวลานานมากน้อยและมีการขยายมากน้อยต่างกันออกไปตามความถี่และแอมพลิจูดของสัญญาณ ซึ่งจะมีผลต่อสัญญาณที่ให้ภาพสี และสัญญาณคัลเลอร์ซับแคเรียร์มาก ความผิดเพี้ยนเหล่านี้จะทำให้ภาพสีของเครื่องรับโทรทัศน์สี มีสีสันผิดเพี้ยนไปจากภาพสีของเครื่องส่งโทรทัศน์สี ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องแก้ไข ระบบ NTSC ได้แก้ไขเรื่องนี้โดยการพิจารณาออกแบบวงจรที่เกี่ยวข้องให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสม แต่ระบบ PAL มีวิธีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องนี้โดยการส่งสัญญาณภาพสีที่มีเฟสต่างกัน 180 องศา สลับกันในแต่ละช่วงเวลาที่มีการสแกนทางแนวนอน โดยกล้องโทรทัศน์สีจะทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าจากแสงสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน โดยมีขนาด E_R,E_G, E_B ตามลำดับ สัญญาณแสงสีทั้ง 3 สี จะผสมกันในวงจรเมตริกซ์ (matrix circuit) ซึ่งจะทำให้เกิดสัญญาณโทรทัศน์ ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง E_Y กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสีสองสัญญาณ คือ E_U กับ E_V ซึ่งเป็นผลต่างของสัญญาณแสงสีแดงกับสัญญาณส่องสว่าง และสัญญาณสีน้ำเงินกับสัญญาณส่องสว่างดังต่อไปนี้

สัญญาณโทรทัศน์ขาว-ดำหรือสัญญาณส่องสว่าง (luminance signal)

$$E_y = 0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B \quad (2.6)$$

สัญญาณโทรทัศน์สีที่ให้ภาพสี (chrominance signal)

$$E_U = 0.493(E_B - E_Y) \quad (2.7)$$

$$E_V = 0.877(E_R - E_Y) \quad (2.8)$$

สัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี จะเกี่ยวข้องแต่เฉพาะกับสัญญาณจากแสงสีแดงและสัญญาณจากแสงสีน้ำเงิน ส่วนสัญญาณที่เกิดจากแสงสีเขียวจะหายไป ดังนั้น เครื่องรับจะต้องมีวงจรที่ทำให้เกิดสัญญาณนี้ขึ้นมาได้ เพื่อตรวจสอบดูว่า สัญญาณ $(E_G - E_Y)$ เกิดขึ้นอย่างไรหรือไม่ จากสัญญาณต่างๆ ที่มีอยู่ 3 สัญญาณ คือ E_Y, E_U, E_V จำเป็นต้องมีการคำนวนบ้างเล็กน้อยดังต่อไปนี้

$$0.299E_R + 0.587E_G + 0.114E_B = 0 \quad (2.9)$$

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

$$0.299E_Y + 0.587E_Y + 0.114E_Y - E_Y = 0 \quad (2.10)$$

(2.9) - (2.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

ดังนั้น เมื่อทราบค่าของ $E_Y, (E_G - E_Y), (E_B - E_Y)$ เราก็สามารถหาค่าของสัญญาณ $(E_G - E_Y)$ ได้ และสามารถทำให้เกิดภาพสีทางหลอดภาพของเครื่องรับได้ด้วยสัญญาณ $(E_R - E_Y)$ กับ $(E_B - E_Y)$ นี้ ต้องถูกลดความแรงลงมาให้เป็นสัญญาณ E_U กับ E_V เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด over modulation ขึ้นทางเอ็นโคดเดอร์ (encoder) ของเครื่องส่งเกิน 133% โดยถือเอาระดับของสัญญาณขาว-ดำหรือสัญญาณส่องสว่าง E_Y เป็นระดับอ้างอิง

2.5 ภาคต่างๆด้านสัญญาณภาพ

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงภาคต่างๆ ของด้านสัญญาณภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งในบางภาคอาจมีสัญญาณเสียงรวมทั้งโทรทัศน์ขาว-ดำ และโทรทัศน์สี ก็จะมีหลักการทำงานต่างๆเหมือนๆกัน แต่จะต่างกันตรงที่ภาควิดีโอเอาต์พุต คือ โทรทัศน์สีจะมีภาคลูมิแนนซ์ (ขาว-ดำ) และโครมิแนนซ์ (สี) แทนภาควิดีโอเอาต์พุตของโทรทัศน์ขาว-ดำ

2.5.1 ภาควิดีโอไอเอฟแอมพลิไฟเออร์

ภาควิดีโอไอเอฟแอมพลิไฟเออร์ภาคนี้จะรับสัญญาณมาจากภภาคจูนเนอร์ซึ่งก็คือวิดีโอไอเอฟ 38.9 MHz และซาวด์ไอเอฟ 33.4 MHz และนำมาทำการขยายสัญญาณทั้งภาพและเสียงโดยจะมีการขยายประมาณ 2-3 ภาค วิธีการก็จะมีดังนี้

- ขั้นแรกนี้ก็คือการกรองให้เฉพาะความถี่ที่ต้องการผ่านเท่านั้น โดยจะลดทอนสัญญาณความถี่อื่น ที่ไม่ต้องการให้น้อยลงเพื่อไม่ให้ไปขยายกับซาวด์ไอเอฟและวิดีโอไอเอฟ
- ขั้นที่สองคือ ภาควิดีโอไอเอฟจะรับเฉพาะความถี่วิดีโอไอเอฟ และซาวด์ไอเอฟเข้ามาเพื่อนำไปขยายให้แรงขึ้นทั้งความสูงและความกว้างของสัญญาณดังนี้ วิดีโอไอเอฟคือ 33.9 MHz และซาวด์ไอเอฟ คือ 33.4 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนในขั้นที่สามนี้คือทำการขยายสัญญาณวิดีโอไอเอฟในส่วนความกว้างของสัญญาณประมาณ 7 MHz และความกว้างของสัญญาณประมาณ 2,000 – 3,000 เท่า
- ในขั้นตอนที่สี่ก็มีการขยาย 2-3 ภาค สัญญาณด้านอินพุตประมาณ 100 dB ขยายภาคละ 30 dB โดยจะขยายสัญญาณ 3 ภาครวมประมาณ 90 dB
- และนั้นตอนสุดท้ายก็คือ ภาควิดีโอไอเอฟนี้จะต้องมีวงจรเอจีซี เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรให้เป็นไปอัตโนมัติ

2.5.2 ภาควิดีโอดีเทคเตอร์

ภาควิดีโอดีเทคเตอร์นี้จะรับสัญญาณจากภาควิดีโอไอเอฟมาแล้วนำสัญญาณมาทำการดีเทคเตอร์โดยด้านสัญญาณภาพจะทำแบบเอเอ็มส่วนสัญญาณด้านเสียงจะทำแบบเอฟเอ็ม

2.5.3 การดีเทคเตอร์ด้านสัญญาณภาพและเสียง

ในการดีเทคเตอร์ก็คือสัญญาณอาร์เอฟออกไป ส่วนที่เหลือก็จะเป็นสัญญาณวิดีโอ แต่ก็ยังมีสัญญาณการควบคุมรวมอยู่ด้วยซึ่งสัญญาณนี้เรียกว่า สัญญาณคอมโพสิตวิดีโอ ในส่วนของสัญญาณเสียงนี้จะเรียกว่าการดีเทคเตอร์ก็ไม่ถูก เพราะสัญญาณเสียงจะไม่ถูกดีเทคเตอร์เพราะสัญญาณนี้จะส่งสัญญาณแบบเอฟเอ็มแต่จะเกิดการหักล้างทางความถี่ระหว่างความถี่ไอเอฟของสัญญาณภาพ และความถี่ไอเอฟของสัญญาณเสียง ดังนั้นจึงเกิดเป็นความถี่เสียงขึ้น และต่อไปจะเป็นการแยกสัญญาณเสียงกับสัญญาณภาพออกจากกัน

- ในด้านของสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงก็คือ SIF 5.5 MHz จะถูกกรองให้ความถี่ 5.5 MHz ด้วยเซอร์รามิกฟิลเตอร์ 5.5 MHz จากนั้นก็จะได้สัญญาณเสียง 5.5 MHz
- ส่วนในด้านสัญญาณภาพก็จะเป็น สัญญาณคอมโพสิตวิดีโอ 0-5 MHz จะเข้าสู่วงจรวิดีโอเอาต์พุต โดยจะมีวงจรแท็ป 5.5 MHz คอยทำการบายพาส 5.5 MHz ลงกราวด์ สัญญาณที่ได้ก็จะเหลือเฉพาะสัญญาณภาพ 0-5 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ภาควิดีโอแอมปลิไฟเออร์

ส่วนในภาควิดีโอ แอมปลิไฟเออร์ นี้จะมีการดำเนินการดังนี้

- ขั้นแรกก็ทำการขยายสัญญาณคอมโพสิต สัญญาณวิดีโอ ก่อนในภาคขยายที่เรียกว่า ภาควิดีโอแอมป์ซึ่งส่วนมากนั้นจะอยู่ภายในไอซี ซาวด์ไอเอฟก็จะออกจากวงจรนี้
- ส่วนในขั้นตอนที่สองนี้ก็คือ เนื่องจากว่า วงจรวิดีโอแอมป์มีการขยายสัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz แล้วจึงทำการแยกสัญญาณภาพออกมา ดังนั้น โอกาสที่สัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz ผ่านเข้ามาในวงจรแท็ป 5.5 MHz วงจรแท็ปนี้ จะทำการดึงสัญญาณซาวด์ไอเอฟ 5.5 MHz ลงกราวด์ จากนั้นก็จะเหลือเฉพาะสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอ

2.5.5 ภาควิดีโอเอาต์พุต

ภาควิดีโอเอาต์พุตนี้เป็นการขยายสัญญาณด้านภาพเป็นภาคสุดท้าย ซึ่งเมื่อรับสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอซิกแนลจากภาควิดีโอแอมป์มาแล้ว ก็จะนำมาขยายและส่งเข้าไปที่หลอดภาพ ส่วนในการทำงานของภาควิดีโอเอาต์พุตนี้ก็จะมีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกันดังนี้

- วงจรปรับอัตราขยาย ซึ่งในวงจรวิดีโอเอาต์พุตนี้ก็จะมีวงจรปรับอัตราการขยายนั่นก็คือการปรับความเข้มของภาพนั่นเอง ซึ่งเราสามารถปรับได้ซึ่งที่ปรับก็จะอยู่ด้านหน้าเครื่องรับโทรทัศน์นั่นเอง
- วงจรชดเชยความถี่สูงและความถี่ต่ำ จะเป็นการใช้วงจรจูนโดยจะทีอุปกรณ์ที่ชื่อว่า พีคกิ้งคอย ซึ่งวงจรนี้จะต่อไปยังแหล่งจ่ายไฟอีกที
- วงจรลบเส้นฟลายแบ็ก เส้นฟลายแบ็กนี้ก็คือเส้นสะบัดกลับซึ่งโดยปกติเส้นนี้จะมองไม่เห็น แต่เมื่อมีการสูญเสียความถี่ต่ำ-สูง ก็จะทำให้เกิดเส้นฟลายแบ็กให้เห็น ดังนั้นจึงต้องมีวงจรนี้ขึ้น

2.5.6 การเปรียบเทียบคุณภาพของระบบโทรทัศน์สี

- ระบบ NTSC มีข้อดีคือ ภาพที่มองเห็น 30 ภาพ ต่อวินาที ทำให้ลดการสั่นไหวของภาพ และเนื่องจากสัญญาณภาพใช้ความกว้างของคลื่นสัญญาณภาพน้อยทำให้ภาพมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนน้อย ข้อเสีย เนื่องจากเส้นสแกนภาพมีจำนวนน้อย หากใช้จอภาพเครื่องรับโทรทัศน์ขนาดใหญ่รับภาพจะทำให้รายละเอียดของภาพมีน้อย และอาจเห็นเส้นสแกนภาพที่หน้าจอได้ และถ้าใช้เครื่องรับโทรทัศน์ขาว-ดำ สัญญาณสีความถี่ 3.58 MHz อาจรบกวนสัญญาณขาวดำ มีความเพี้ยนของสีต้องปรับที่เครื่องรับโทรทัศน์เพื่อให้ภาพที่สวยงาม เช่น ภาพหน้าคนอาจเป็นสีเหลือง หรือ ออกชมพู อาจต้องปรับให้เป็นสีขาว หรือให้เป็นธรรมชาติ ต้องใช้ความสามารถเฉพาะตัวของผู้รับชมเพื่อปรับให้ดี

- ระบบ PAL มีข้อดีคือ รายละเอียดภาพที่สูง และความผิดเพี้ยนของสีไม่มี ภาพเป็นธรรมชาติ ความเข้มของภาพอาจจะสูง (High Contrast) ดีกว่าระบบ NTSC ข้อเสีย ภาพสั่นไหวมากกว่า NTSC เนื่องจากจอภาพที่มองเห็น 25 ภาพต่อวินาที มีการรบกวนสัญญาณภาพที่สูงเนื่องจากความกว้างสัญญาณภาพมากกว่า (Higher Bandwidth) ระบบ NTSC จุดความอิ่มตัวความสว่างของสีน้อย (Reduce the color saturation) ทำให้เห็นความสว่างของสีน้อยลง
- ระบบ SECAM มีข้อดีคือ ความเพี้ยนของสีไม่มีความสว่างของสีที่ไม่เปลี่ยน รายละเอียดของภาพสูงเท่ากับระบบ PAL ข้อเสีย คือ ภาพสั่นไหวเหมือนระบบ PAL การตัดต่อภาพในระบบ SECAM ไม่สามารถทำได้ ซึ่งในการผลิตรายการโทรทัศน์ส่วนมากจะใช้ระบบ PAL หลังจากผลิตแล้วจึงค่อยเปลี่ยนกลับมาเป็นระบบ SECAM ส่งออกอากาศอีกครั้ง คลื่นความถี่สัญญาณสีรบกวนภาพ (Patterning Effects) เช่น บางภาพวัตถุไม่มีสีก็อาจมีสีรบกวนได้ เนื่องจากความกว้างของคลื่นสัญญาณภาพน้อย ทำให้การรับสัญญาณขาวดำในเครื่องโทรทัศน์ขาวดำรายละเอียดของภาพมีน้อย ระบบโทรทัศน์สีที่ใช้งานทั่วโลก ในระบบอนาล็อกยังมีการแบ่งย่อยจากระบบใหญ่ๆ 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 คุณภาพสัญญาณภาพดีสมบูรณ์ที่ไม่มีข้อเสียยังไม่มี ดังนั้นการพิจารณาใช้งานระบบใดระบบหนึ่ง อาจมีสาเหตุมาจากเหตุผลอื่นๆ เช่น เหตุผลทางด้านเศรษฐกิจ ลงทุนผลิต และใช้เครื่องรับโทรทัศน์เป็นจำนวนมากแล้ว หากเปลี่ยนระบบใหม่อาจต้องลงทุนสูง หรือเหตุผลทางการเมือง ได้รับการสนับสนุนจากประเทศมหาอำนาจให้ใช้ระบบใดระบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 บทสรุป

สัญญาณโทรทัศน์สีหลายๆ ระบบที่ใช้งานในปัจจุบันมีหลักการออกแบบคล้ายกัน คือ การส่งโทรทัศน์สีจะต้องให้เครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำรับสัญญาณขาวดำได้ และเครื่องรับโทรทัศน์สีรับสัญญาณโทรทัศน์สีได้ โดยสัญญาณที่ส่งออกอากาศจะต้องเป็นสัญญาณเดียวกัน คุณภาพของภาพโทรทัศน์ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางเทคนิค การกำหนดภาพที่เหมาะสมมี 2 ระบบใหญ่ๆ คือ 25 ภาพต่อวินาที และ 30 ภาพต่อวินาที ส่วนรายละเอียดของภาพที่มองเห็น จะมองเห็นรายละเอียดเส้นภาพแนวนอน 480 หรือ 576 เส้น และรายละเอียดภาพทางแนวตั้ง 720 จุด สัญญาณโทรทัศน์สีในระบบอนาล็อคนี้จะถูกเปลี่ยนเข้ารหัสเป็นระบบดิจิตอล ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

2.6 การมอดูเลตเชิงเส้น (Linear Modulations)

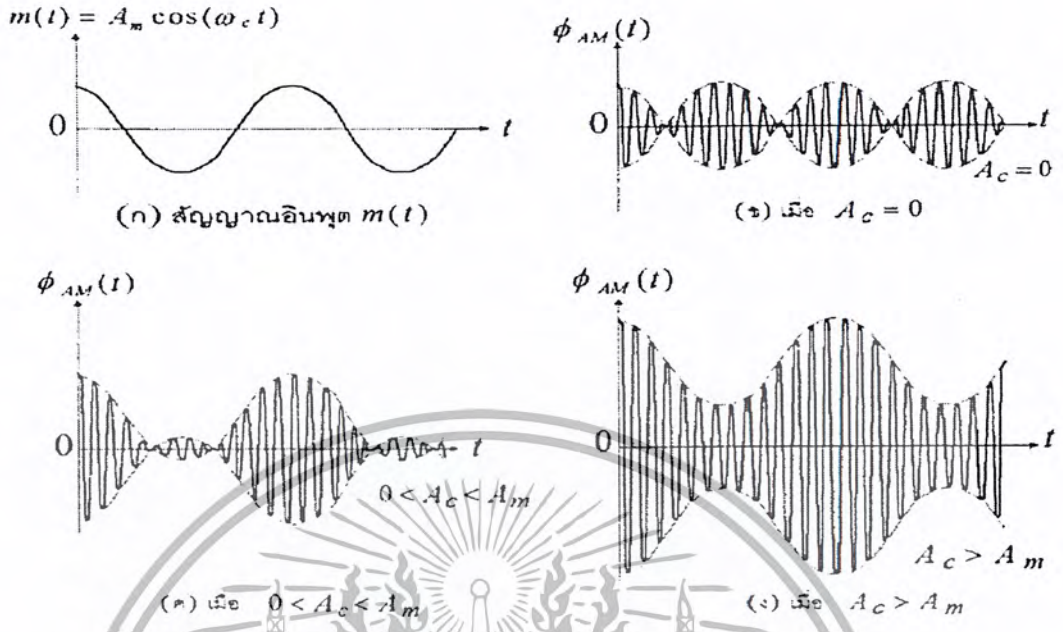
ในการมอดูเลตโดยขนาดนั้นเฟสของสัญญาณคลื่นพาห์จะเป็นศูนย์หรือคงที่ ในขณะที่ขนาดจะเปลี่ยนตามสัญญาณที่เข้ามา เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$x_c(t) = x(t)\cos\omega_c t \qquad (2.11)$$

x(t) เป็นสัญญาณที่ต้องการมอดูเลต $\cos\omega_c t$ เป็นสัญญาณคลื่นพาห์ $x_c(t)$ เป็นสัญญาณที่มอดูเลตแล้วเมื่อทำฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม $x_c(t)$ จะได้

$$X_c(\omega) = \frac{X(\omega+\omega_c)}{2} + \frac{X(\omega-\omega_c)}{2} \qquad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 รูปสัญญาณทางเวลาและความถี่ของสัญญาณที่มอดูเลต

จะเห็นว่าสัญญาณเดิมมีความถี่ใกล้ศูนย์มีแบนด์วิดธ์ □ เรียกว่าเป็นสัญญาณเบสแบนด์ (base band) เมื่อมอดูเลตแล้วจะมีความถี่รอบๆ ω_c และ $-\omega_c$ โดยส่วนกว้าง ω ที่อยู่ที่ความสูงกว่า ω_c จะเรียกว่าเป็น upper sideband และส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เรียกว่า lower sideband ในการใช้งานสามารถจะส่งสัญญาณไปได้หลายลักษณะโดยสามารถนำสัญญาณเดิมกลับคืนมาได้ ได้แก่

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

2.6.2 การมอดูเลตแบบ Double Sideband Suppressed Carrier (DSB-SC) ส่งทั้งสอง sideband เหมือน AM แต่ไม่ส่งสัญญาณคลื่นพาห์ไปด้วยเนื่องจะสูญเสียสัญญาณมาก แต่ก็จะยุ่งยากในการนำสัญญาณกลับคืนมา มักจะใช้กับวิทยุเคลื่อนที่ที่เรื่องกำลังเป็นเรื่องสำคัญ

2.6.3 การมอดูเลตแบบ Single Sideband (SSB) จะส่ง sideband เดียวแต่ได้สัญญาณครบถ้วนและทำให้แบนด์วิดธ์ต่ำเหมาะแก่การส่งในช่วงความถี่ที่มีการใช้งานหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การมอดูเลตแบบ AM (DSB-LC)

สัญญาณของการมอดูเลตแบบ AM นี้สามารถเขียนได้ตามสมการ

$$X_{AM}(t) = X(t)\cos\omega_c t + A\cos\omega_c t \qquad (2.13)$$

ซึ่งเมื่อนำไปหาความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณ AM จะได้เป็น

$$X_{AM}(\omega) = \frac{X(\omega+\omega c)}{2} + \frac{X(\omega-\omega c)}{2} + \pi A(\omega + \omega_c) + \pi A(\omega - \omega_c) \qquad (2.14)$$

รูปที่ 2.20 สัญญาณ DSB-LC (AM) ทางเวลาและความถี่

จากสมการ (2.5) เขียนใหม่ได้เป็น

$$x_{AM} = [A+x(t)]\cos\omega_c t \qquad (2.15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของสัญญาณ AM เป็นผลรวมของขนาดสัญญาณ DSB-SC กับขนาดของคลื่นพาห์ซึ่งเปลี่ยนไปตามสัญญาณที่นำมามอดูเลตเพื่อให้ขนาดของคลื่นพาห์คงที่จึงเห็นเหมือนกับสัญญาณที่ขี่อยู่บนคลื่นพาห์เป็นลักษณะที่เรียกว่า envelope ดังรูปที่ 2.20 เมื่อขนาดของสัญญาณ DSB-SC มีค่าสูงขึ้นกว่าขนาดของคลื่นพาห์จะทำให้เกิดการเพี้ยนของสัญญาณได้ แฟคเตอร์ที่จะบอกอัตราส่วนของขนาดทั้งสองเรียกว่า modulation index(m) ซึ่งนิยามเป็นอัตราส่วนระหว่าง peak ของ DSB-SC ต่อ peak ของคลื่นพาห์

$$m = \frac{peak_{DSB-SC}}{peak_{carrier}} \tag{2.16}$$

ในกรณีสัญญาณที่นำมามอดูเลตเป็นสัญญาณเสียงความถี่เดียว คือ $\cos\omega_m t$ สัญญาณ AM ได้เป็น

$$x_{AM}(t) = A\cos\omega_c t + mA\cos\omega_m t\cos\omega_c t = A(1+m\cos\omega_m t)\cos\omega_c t \tag{2.17}$$

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

$$\%mod = m*100\ [\%] \tag{2.18}$$

2.7.1 กำลังของคลื่นพาห์และกำลังของ sideband ในการมอดูเลตแบบ AM

สัญญาณ AM นั้นจะมีส่วนที่เป็นเฉพาะคลื่นพาห์โดยไม่มีข่าวสารใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับ x(t) อยู่ด้วยส่วนนี้เป็นการเสียกำลังโดยไม่ได้ใช้ในการส่งสัญญาณใดๆ แต่ต้องเสียในกรณีที่ต้องการให้เครื่องรับง่ายแก่การสร้างและทำให้มีราคาถูกได้ พิจารณาสัญญาณ AM จากสมการ 2.9 เมื่อผ่านโหลด 1 โอห์มกำลังเฉลี่ยได้จากค่ากำลังสองเฉลี่ย

$$x^2_{AM}(t) = x^2(t)\cos^2\omega_c t + A^2\cos^2\omega_c t + 2Ax(t)\cos^2\omega_c t \tag{2.19}$$

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

$$x^2_{AM}(t) = \frac{x(t)}{2} + \frac{A}{2} \tag{2.20}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าให้กำลังทั้งหมดเป็น P_t สามารถเขียนในรูปผลบวกของกำลังพาหะ P_c และกำลัง sideband P_s

$$P_t = \frac{x(t)}{2} + \frac{A}{2} = P_c + P_s \quad (2.21)$$

อัตราส่วนกำลังใน sideband กับกำลังทั้งหมดจะได้

$$\mu = P_s / P_t = \frac{x(t)}{A + x(t)} \quad (2.22)$$

เมื่อลองนำไปพิจารณาการมอดูเลตสัญญาณความถี่เดียวที่มี modulation index (m) จะได้ว่า

$$\mu = m/2+m \quad (2.23)$$

ค่า μ บอกประสิทธิภาพในการส่งในกรณี m มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของ AM คือ 33% ที่ m = 1 กล่าวคือ กำลังใน sideband เป็นส่วนที่ใช้สำหรับส่งข่าวสารมีค่าเพียง 33% ของกำลังที่ส่งไปทั้งหมด

2.7.2 การมอดูเลตแบบ DSB-SC

สัญญาณที่มอดูเลตแบบ DSB-SC นี้สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.16 เป็นการมอดูเลตแบบ AM โดยที่

$$x_{DSB}(t) = x(t)\cos w_c t \quad (2.24)$$

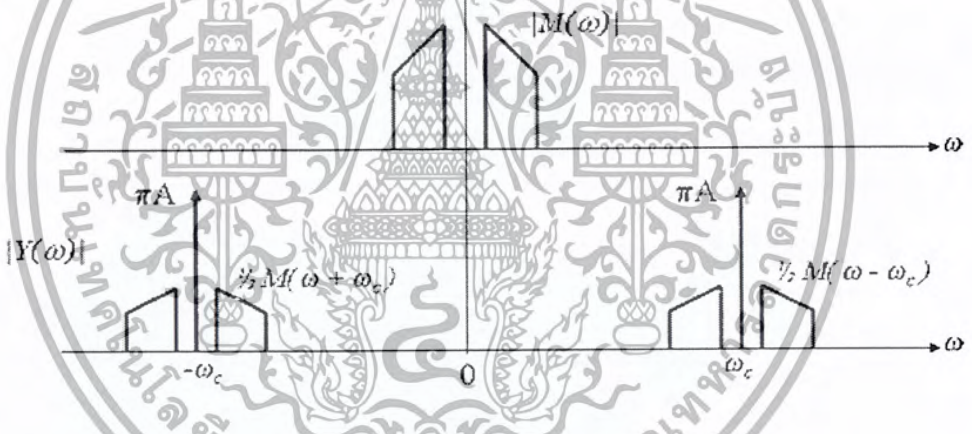
ไม่ส่งสัญญาณคลื่นพาห์ไปด้วยจึงมีแต่ส่วนที่เป็น sideband กำลังทั้งจึงอยู่ใน sideband ประสิทธิภาพจะเท่ากับ 100% เป็นการประหยัดพลังงานในการส่งเนื่องจากกำลังที่ส่งไปถูกใช้ไปใน sideband บรรจุข่าวสารอยู่แต่การที่ไม่ส่งคลื่นพาห์ไปด้วยทำให้ทางเครื่องรับมีความยุ่งยากในการรับอาจเกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณและเมื่อวงจรจะยุ่งยากก็ทำให้มีราคาเพิ่มขึ้นเพื่อให้การรับง่ายขึ้นและไม่ให้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณ โดยที่กำลังการสูญเสียของเครื่องส่งไม่มากนักก็จะเพิ่มความถี่ที่เหมือนสัญญาณคลื่นพาห์ขนาดเล็กๆ ส่งไปด้วยเรียกว่า pilot carrier ทางเครื่องรับสามารถสร้างสัญญาณคลื่นพาห์ขึ้นได้จาก pilot carrier นี้เพื่อใช้ในการดีเทคสัญญาณทำให้เครื่องรับสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่ายขึ้นและไม่เกิดการเพี้ยนของสัญญาณในขณะที่เครื่องส่งก็ประหยัดพลังงานโดยที่ประสิทธิภาพจะลดลงเพียงเล็กน้อย

2.7.3 การมอดูเลตแบบ SSB

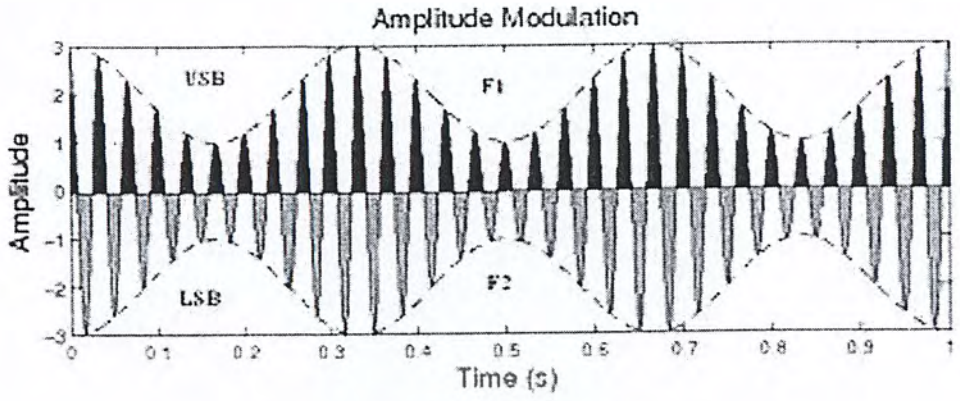
ในการมอดูเลตแบบ DSB สัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะถูกส่งไปทั้งสอง sideband มีแบนด์วิดธ์เป็นสองเท่าของแบนด์วิดธ์ของสัญญาณเดิมทำให้เสียช่วงความถี่ไปมากในช่วงความถี่ที่มีความต้องการส่งสัญญาณมากช่องสัญญาณการลดแบนด์วิดธ์จึงเป็นเรื่องสำคัญในการส่งด้วย sideband เดียวและได้ข่าวสารครบถ้วนจึงเป็นทางออกในกรณีนี้เรียกว่าการมอดูเลตแบบ single sideband (SSB)



รูปที่ 2.21 สเปกตรัมของสัญญาณ SSB

แต่ปัญหาก็คือการที่จะได้สัญญาณเฉพาะ sideband เดียวเพื่อจะส่งไปนั้นปกติก็จะสร้างสัญญาณ DSB ก่อนแล้วใช้ฟิลเตอร์ ตัดเอาเฉพาะ sideband เดียวฟิลเตอร์ที่ใช้จะต้องมีการตัดความถี่มีคมมากเพื่อจะตัด sideband หนึ่งออกไปในขณะที่ต้องการรักษาข้อมูลใน sideband ที่ต้องการไว้ได้ครบถ้วน คือลักษณะของฟิลเตอร์ในอุดมคตินั่นเอง ในทางปฏิบัติสำหรับของการส่งสัญญาณนั้นช่วงความถี่ต่ำมากใกล้ความถี่ 0 ของสัญญาณเสียงรอบๆ ความถี่ w_c สำหรับสัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะไม่ค่อยมีความสำคัญนักสามารถตัดทิ้งไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 SSB modulation ใช้การกรองส่วน upper sideband

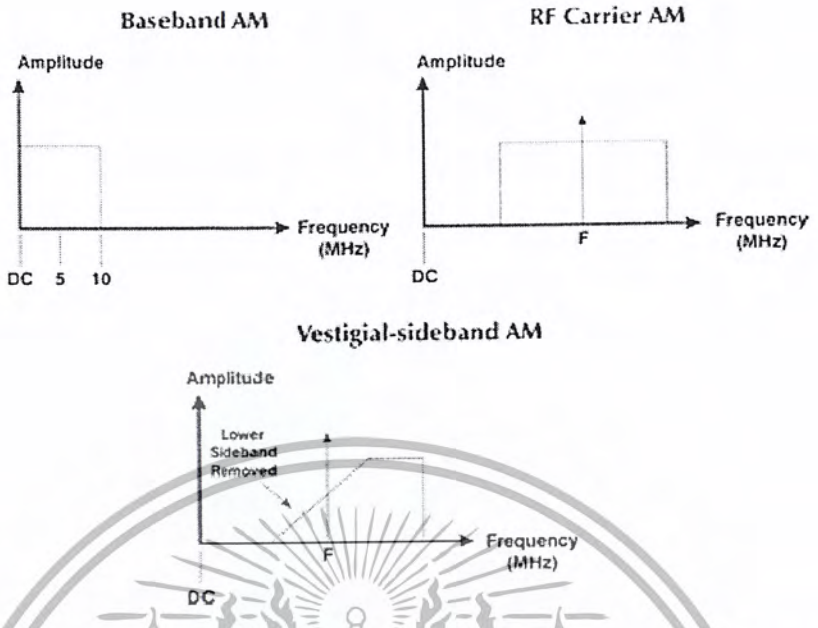
2.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ด้านภาพ

สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำหรือสัญญาณส่องสว่าง กับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี ที่เครื่องส่งโทรทัศน์นำออกอากาศ นิยมใช้ระบบ Amplitude modulation (AM) สำหรับสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำและระบบ AM-AM สำหรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้ภาพสี โดยปกติการส่งโทรทัศน์ในระบบนี้ สัญญาณที่ออกอากาศอาจเลือกให้อยู่ในลักษณะของ single sideband หรือ double sideband แต่เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์มีขอบเขตความถี่ของสัญญาณกว้างขวางมาก

การส่งในลักษณะของ single sideband จึงไม่เหมาะสมและในลักษณะของการส่งของ double sideband ก็จะต้องใช้ความถี่มากและทำให้ความกว้างของช่องโทรทัศน์มีมากเกินไป ในทางปฏิบัติจึงนิยมส่งไปในระบบ vestigial sideband transmission มากกว่า

สัญญาณที่ทำให้เกิดภาพซึ่งเครื่องส่งโทรทัศน์สีนำออกอากาศ จะอยู่ในลักษณะของ negative amplitude modulation กล่าวคือ ขนาดของสัญญาณที่ทำให้เกิดภาพซึ่งมีค่าสูง จะทำให้เกิดภาพสีเข้มหรือดำมืดที่หลอดภาพ และขนาดของสัญญาณที่ทำให้เกิดภาพซึ่งค่าน้อยจะทำให้เกิดภาพขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 ลักษณะของสเปคตรัมที่ใช้ในเครื่องส่งและเครื่องโทรทัศน์ในระบบ vestigial sideband transmission

2.9 การส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศ

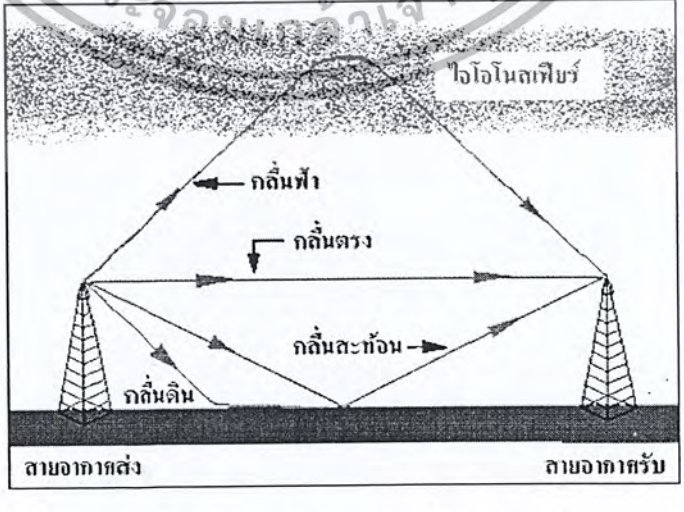
ในทางปฏิบัติ คลื่นโทรทัศน์ที่นิยมส่งออกอากาศโดยทั่วไปนั้น มีอยู่ 2 แบบ คือ คลื่นโทรทัศน์ในระนาบแนวนอน (horizontally polarized plane wave) ซึ่งมีแนวคลื่นในระนาบที่ขนานกับพื้นดิน โดยจะต้องตั้งแผงสายอากาศทั้งด้านการส่งโทรทัศน์ และด้านการรับโทรทัศน์ให้อยู่ในระนาบแนวนอน รูปที่ 2.24 แสดงให้เห็นถึงวิธีการวางแผงสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ในระนาบแนวตั้งเพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ออกอากาศในลักษณะของคลื่นในระนาบแนวตั้ง

เป็นที่น่าสังเกตว่า หากสายอากาศทางด้านการส่งโทรทัศน์ ได้ส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศเป็นในระนาบแนวนอนแล้ว สายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์จะตั้งวางอยู่ในระนาบแนวนอนด้วย จึงจะสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี หากสายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์วางอยู่ในระนาบแนวตั้ง (vertical plane) แล้ว สายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์จะไม่สามารถทำให้เกิดการเหนี่ยวนำที่ดีเพียงพอ และจะทำให้การรับสัญญาณโทรทัศน์ไม่ได้ผลดีเพียงพอ ในทำนองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

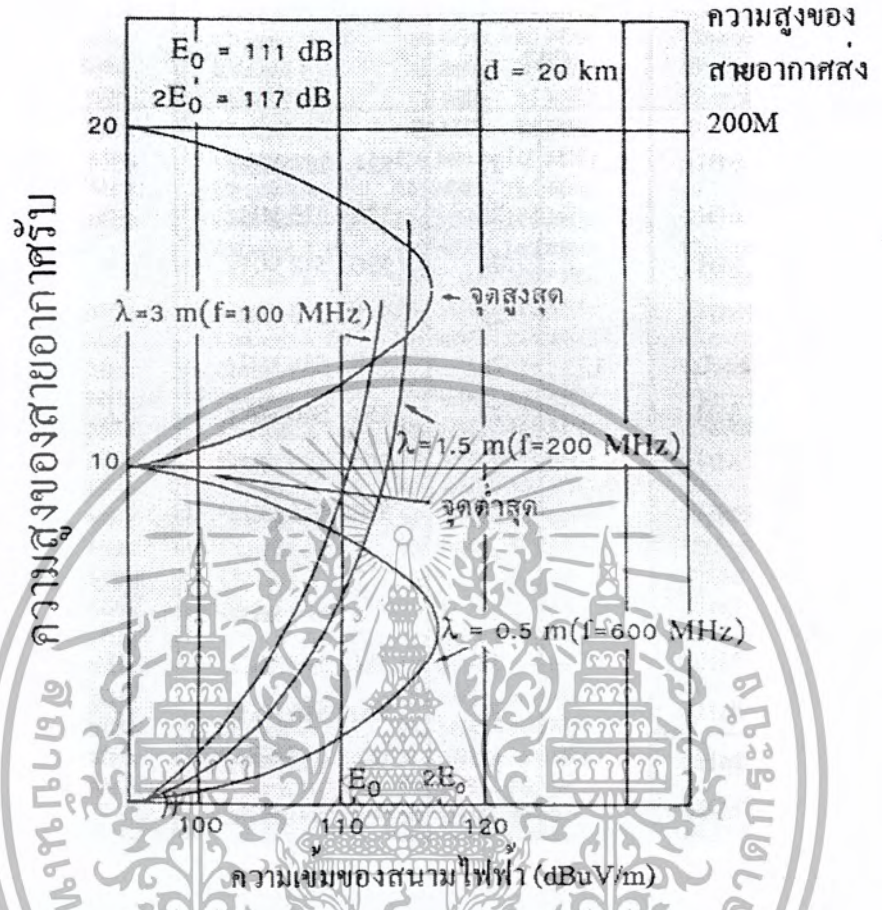
หากสายอากาศทางด้านการส่งโทรทัศน์ได้ส่งคลื่นโทรทัศน์ออกอากาศเป็นคลื่นระนาบแนวตั้ง (vertically polarized plane wave) แล้ว สายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะต้องวางให้ในระนาบแนวตั้งด้วย จึงจะสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี หากสายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์วางอยู่ในระนาบแนวนอนแล้ว สายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์จะไม่สามารถทำให้เกิดการเหนี่ยวนำที่ดีเพียงพอ และจะทำให้การรับสัญญาณโทรทัศน์ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

คลื่นโทรทัศน์ที่ส่งออกอากาศจากสถานีส่งโทรทัศน์ จะเดินทางไปในลักษณะแนวทางของเส้นตรงที่อยู่ระหว่างสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ กับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ หากเส้นทางระหว่างจุดสองนี้ปลอดโปร่ง ก็จะทำให้สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี แต่ถ้ามีสิ่งกีดขวาง เช่น มีตึกสูงๆ หรือ ภูเขา มาบังเส้นทางระหว่างสายอากาศ เครื่องส่งโทรทัศน์กับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะทำให้สัญญาณโทรทัศน์เดินทางผ่านไปได้น้อยมากหรือไม่ได้เลย อันจะเป็นผลทำให้ไม่สามารถรับโทรทัศน์ได้หรือหากสามารถรับโทรทัศน์ได้ ก็จะพบว่าสัญญาณโทรทัศน์อ่อนกำลังมาก หรือมีภาพจางและมีการรบกวนจนภาพไม่น่าดู นอกจากนั้นคลื่นโทรทัศน์ยังสามารถสะท้อนได้จากสิ่งกีดขวางอีกด้วย ฉะนั้นการรับชมโทรทัศน์บางแห่งอาจพบว่ามีคลื่นโทรทัศน์ที่เดินทางเป็นเส้นตรงจากสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ กับคลื่นโทรทัศน์ที่สะท้อนมาจากสิ่งกีดขวางแห่งอื่น ซึ่งจะต้องการระยะเวลาในการเดินทางจากสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ มายังสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์แตกต่างกัน จึงทำให้มองเห็นเป็นภาพที่มีเงาในจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์



รูปที่ 2.24 การเดินทางของคลื่นโทรทัศน์

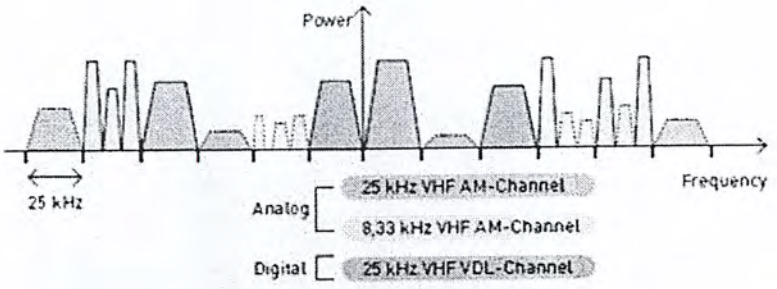
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

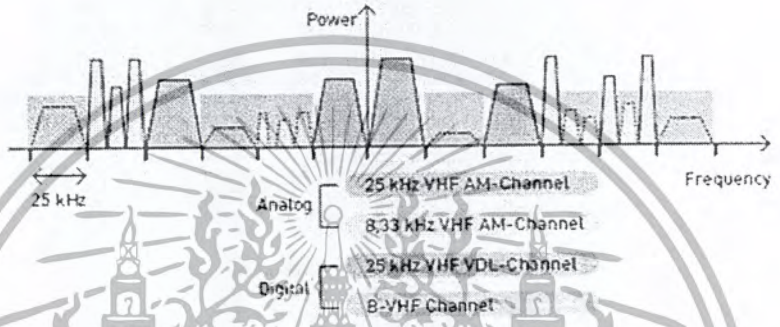


รูปที่ 2.25 ความแรงของสัญญาณในย่าน UHF ตามความสูง

สำหรับโทรทัศน์ในย่าน UHF ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศ ส่วนโทรทัศน์ในย่าน VHF ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาสายอากาศเหมือนกัน แต่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ความแรงของสัญญาณในย่าน UHF จะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่ตั้งของเสาอากาศ ซึ่งเรื่องเช่นนี้จะเกิดขึ้นน้อยมากสำหรับความถี่ในย่าน VHF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.26 ความแตกต่างของคลื่นโทรทัศน์ในย่าน VHF และ UHF

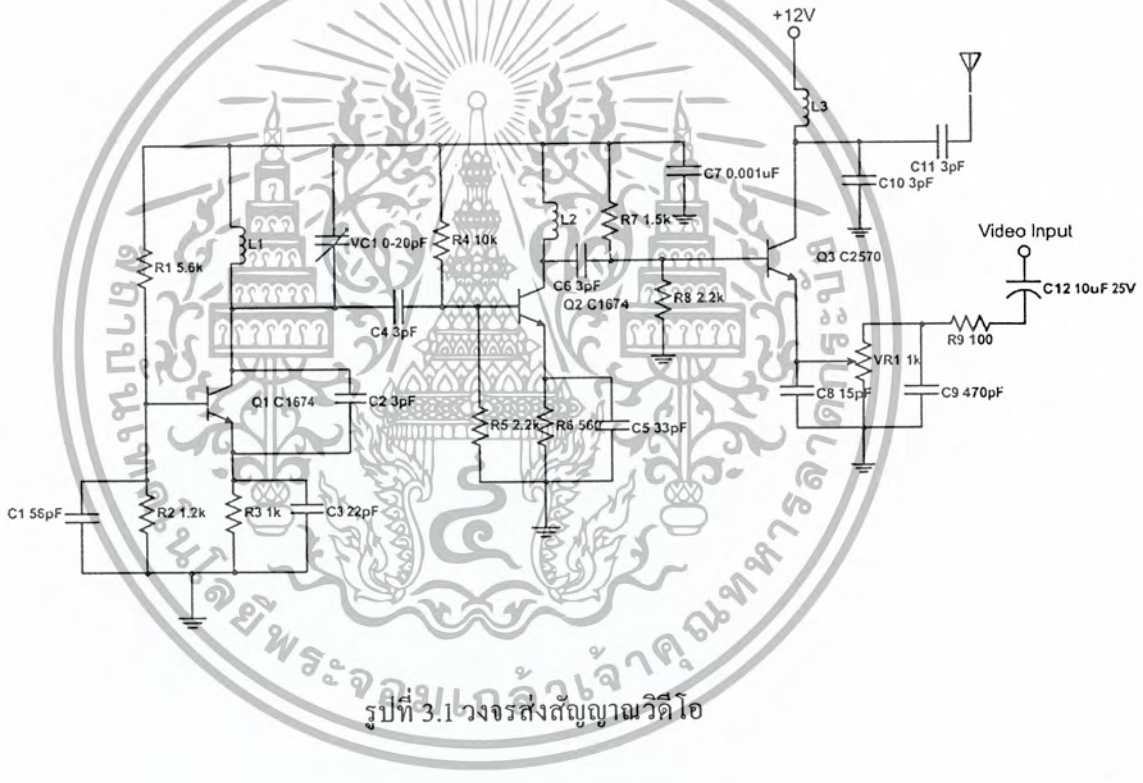
จนถึง 68 MHz ซึ่งเรียกว่า VHF ด้านต่ำ (low-band VHF) กับความถี่ 174 MHz ไปจนถึงความถี่ 230 MHz ซึ่งเรียกว่า VHF ย่านสูง (high-band VHF) หากคลื่นพาห์ของภาคมีความถี่ในย่าน UHF (Ultra High Frequency) ย่านการส่งโทรทัศน์ก็จะมีขอบเขตของความถี่ระหว่าง 590 MHz จนถึงประมาณ 770 MHz ความสูงของเสาอากาศและจุดที่ตั้งของเครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้รับคลื่นโทรทัศน์ ซึ่งมีคลื่นพาห์ของภาพอยู่ในย่าน UHF จะมีความสำคัญมาก รูปที่ 2.25 แสดงให้เห็นความแตกต่างของการรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นพาห์ของภาพ ในย่านความถี่ UHF กับคลื่นพาห์ของภาพในความถี่ย่าน VHF แสดงให้เห็นว่าสัญญาณโทรทัศน์ที่เครื่องรับโทรทัศน์ จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศเครื่องรับโดยตรง หากคลื่นโทรทัศน์มีคลื่นพาห์ของภาพอยู่ในย่านความถี่ UHF หากคลื่นพาห์ของภาพความถี่อยู่ในย่าน VHF ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์ ก็จะขึ้นอยู่กับความสูงของเสาอากาศเครื่องรับโทรทัศน์เหมือนกัน แต่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป หากเสาอากาศเครื่องรับโทรทัศน์มีความสูงเกินความสูงขนาดหนึ่ง ความแรงของสัญญาณโทรทัศน์ในย่านความถี่ย่าน UHF จะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่ตั้งของเสาอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งหากเป็นโทรทัศน์ที่คลื่นพาห์ของภาพอยู่ในความถี่ย่าน VHF แล้ว เรื่องเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 วงจรส่งสัญญาณวิดีโอ

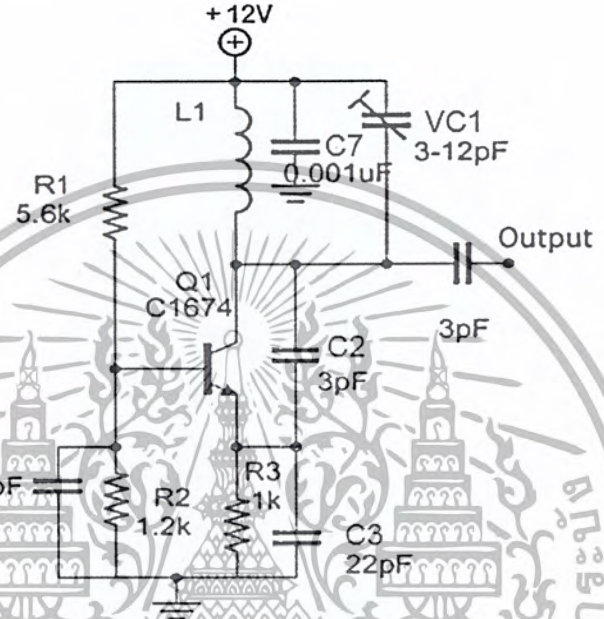


รูปที่ 3.1 วงจรส่งสัญญาณวิดีโอ

การทำงานของเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอแบบไร้สายประกอบด้วย 3 ส่วน คือส่วนแรกเป็นส่วนวงจรกำเนิดความถี่ทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณคลื่นพาห์เพื่อใช้ทำการส่งสัญญาณ จากนั้นจะผ่านเข้าสู่วงจรขยายสัญญาณเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียกำลังงาน จากนั้นจะทำการส่งไปยังวงจรมอดูเลตเพื่อทำการมอดูเลตสัญญาณคลื่นพาห์เข้ากับสัญญาณวิดิโอเพื่อทำการส่งสัญญาณออกทางสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 วงจรกำเนิดความถี่แบบ LC



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดความถี่แบบ LC

วงจรกำเนิดความถี่หรืออาจจะเรียกว่าวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ นำพาสัญญาณข่าวสาร จากเครื่องส่ง ไปยังเครื่องรับ หรือเราเรียกว่า คลื่นพาห์ RF (RF- Carrier) วงจรกำเนิดความถี่ หรือวงจรออสซิลเลเตอร์ จัดเป็นวงจรขยายสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ที่อาศัยการป้อนกลับจากเอาต์พุต มายังอินพุต ซึ่งจะทำให้กำเนิดสัญญาณได้ โดยไม่จำเป็นต้องป้อนสัญญาณใด ๆ เข้าที่อินพุต วงจรออสซิลเลเตอร์แบบ LC ชนิดกราวด์-เบสโคลพิตต์โดยมีขดลวด L1 กับทริมเมอร์ VC1 ประกอบกันเป็นวงจรปรับทางด้านเอาต์พุตเพื่อสร้างความถี่ของคลื่นพาห์โดยมี R1 R2 R3 เป็นวงจรไบอัสให้กับ Q1 และ C1 ทำหน้าที่บายพาสความถี่สูงที่ขาเบสและ C2 กับ C3 เป็นตัวแบ่งแรงดันกำหนดอัตราส่วนของสัญญาณที่จะทำการป้อนกลับจากคอลเลคเตอร์มายังอิมิเตอร์ ดังนั้น C3 จึงไม่ใช่เป็นตัวเก็บประจุบายพาสเหมือนของวงจรโดยทั่วๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์หาได้จาก

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1(\frac{C_2C_3}{C_2+C_3} + \mathrm{VC_1})}} \qquad (3.1)$$

เมื่อแทนค่า C_2 = 3pF , C_3 = 22pF , VC_1 = 0 – 20 pF และ L_1= 0.0167×10^{-9} แล้วทำการคำนวณตามสมการที่ 3.1 จะได้ความถี่ออกมาประมาณ 81.85 - 203.62 MHz

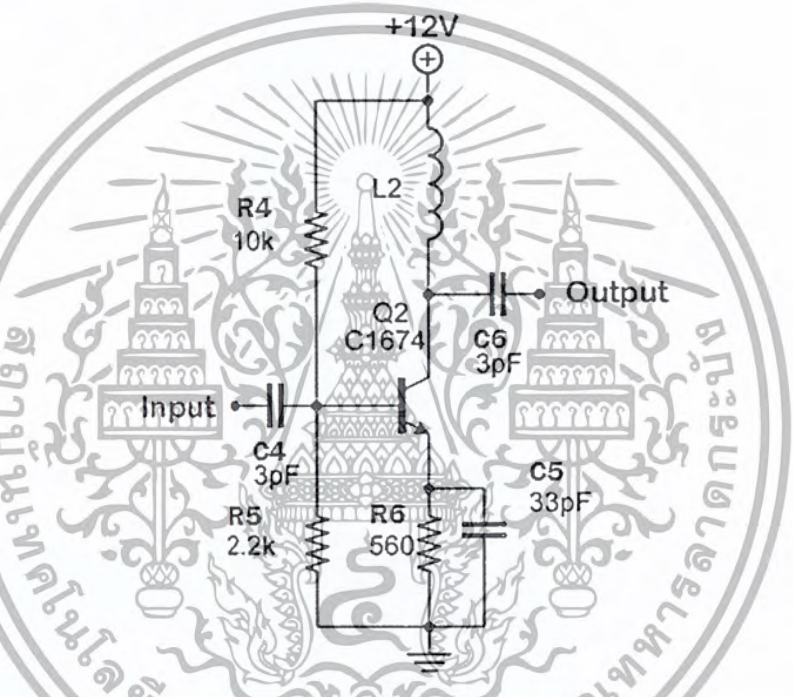
ตารางที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อปรับเปลี่ยนค่า VC_1 คำนวณได้จากสูตร

VC_1(pF)	ความถี่จากการคำนวณ (MHz)
1	203.62
2	180.80
3	163.99
4	151.13
5	140.90
6	132.49
7	125.43
8	119.39
9	114.15
10	109.54
11	105.45
12	101.78
13	98.47
14	95.47
15	92.72
16	90.20
17	87.88
18	85.72
19	83.72
20	81.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรขยายสัญญาณ

วงจรขยายกำลังความถี่สูงเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มีขนาดของกระแสและขนาดของแรงดันสูงๆ เพื่อป้อนให้กับโหลด (สายอากาศ) ของเครื่องส่ง เพื่อแพร่กระจายคลื่นผ่านชั้นบรรยากาศหรืออากาศว่าง ไปยังเครื่องรับ



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรขยายสัญญาณ

วงจรขยายสัญญาณจะขยายสัญญาณที่มาจากวงจรกำเนิดความถี่ให้มีความแรงขึ้นมาเพียงพอที่จะนำไปมอดดูเลตกับสัญญาณภาพได้ โดยการทำงานของวงจรเริ่มจากสัญญาณผ่านตัวเก็บประจุคับปลิง C_4 ไปยัง Q_2 โดยมี R_4, R_5 ทำหน้าที่เป็นความต้านทานไบแอสที่ขาเบส และมี C_5 เป็นตัวเก็บประจุลงกราวด์เพื่อป้องกันการเกิดการสูญเสียกำลังงานที่ R_6 ซึ่งต่อไว้เพื่อปรับเสถียรภาพของวงจร ส่วน L_2 จะเป็น RF Chock ซึ่งเป็นตัวป้องกันสัญญาณจากเอาต์พุตที่ขาคอลเลคเตอร์ไม่ให้เข้าไปปนกับไฟเลี้ยงของวงจร เมื่อทำการแทนค่าตัวแปรต่างๆของวงจรเพื่อหาอัตราขยายของวงจรขยายจะได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_{th} = R_4 // R_5 \tag{3.2}$$

$$R_{th} = 10k\Omega // 2.2k\Omega = 1.8k\Omega$$

$$E_{th} = \frac{R_5 V_{cc}}{R_4 + R_5} \tag{3.3}$$

$$E_{th} = \frac{2.2k\Omega \times 12\text{V}}{10k\Omega + 2.2k\Omega} = 2.164V$$

$$I_B = \frac{E_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta+1)R_E} \tag{3.4}$$

$$I_B = \frac{2.164V - 0.7V}{1.8k\Omega + (70+1)560\Omega} = 35.23\mu A$$

$$I_c = \beta I_B \tag{3.5}$$

$$I_c = 70 \times 35.23\mu A = 2.47mA$$

$$I_E = I_B + I_C \tag{3.6}$$

$$I_E = 35.23\mu A + 2.74mA = 2.77mA$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_c}{r_e} = \frac{\omega L_2}{r_e} \tag{3.7}$$

$$r_e = \frac{25mV}{I_E} \tag{3.8}$$

$$r_e = \frac{25mV}{2.77mA} = 9.025\Omega$$

$$A_V = -\frac{\omega L_2}{r_e} \tag{3.9}$$

$$A_V = -\frac{2\pi \times 150 \times 10^6 \times 0.01248 \times 10^{-6}}{9.025}$$

$$A_V = -1.303$$

ดังนั้นอัตราขยายจะได้เป็น 1.3 เท่า เครื่องหมายลบหมายถึงเฟสต่างกัน 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 วงจรมอดูแลตทางแอมพลิจูด

วงจรมอดูเลตทางแอมพลิจูด (AM Modulation) ทำหน้าที่ในการมอดูเลตสัญญาณคลื่นพาห์ที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณเข้ากับสัญญาณวิดิโอ วงจรมอดูเลตทางแอมพลิจูดที่ใช้เป็นแบบ DSB-SC ซึ่งในกระบวนการมอดูเลตทางแอมพลิจูดนั้นขนาดของสัญญาณข่าวสารจะถูกใช้ไปบังคับค่าแอมพลิจูด A_c ของคลื่นพาห์ ให้เปลี่ยนตามในขณะที่ความถี่และเฟสยังคงเดิม

การหากำลังส่งของสัญญาณที่ทำการมอดูเลตทางแอมพลิจูดแบบ DSB-SC หาได้จาก

$$P_t = \frac{{A_c}^2}{2}\left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right) \tag{3.10}$$

ซึ่งค่า μ คือดัชนีการมอดูเลตแอมพลิจูด (Amplitude Modulation Index) ซึ่งค่า μ ควรมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ถ้า μ มีค่ามากกว่า 1 เราจะไม่สามารถทำการตรวจจับกรอบสัญญาณข่าวสารจากสัญญาณเอเอ็มได้ ซึ่งในกรณีนี้เราจะเรียกว่าเกิดการมอดูเลตเกิน หรือโอเวอร์มอดูเลชั่น (Over Modulation) ขึ้น ปกติค่าดัชนีการมอดูเลตนี้มักจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์โดยคิดเทียบ $\mu = 1$ คือร้อยเปอร์เซ็นต์

ค่าดัชนีการมอดูเลตแอมพลิจูดหาได้จาก

$$\mu = \frac{A_m}{A_c} \tag{3.11}$$

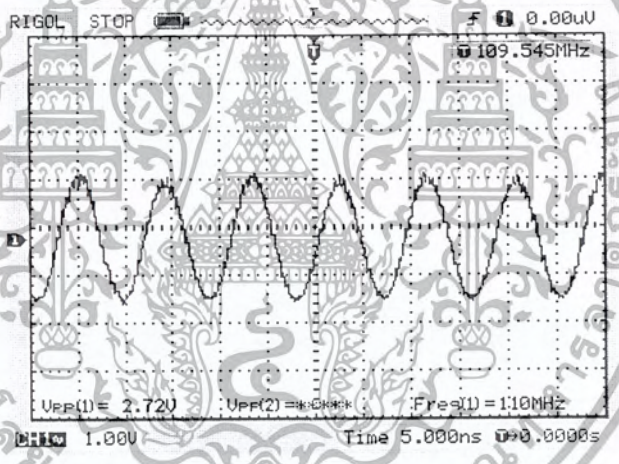
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบวงจรกำเนิดความถี่

การทดสอบวงจรกำเนิดความถี่ ทำได้โดยการต่อวงจรตามรูป 3.2 จ่ายไฟให้กับวงจรขนาด 12 Volt แล้วทำการวัดสัญญาณเอาท์พุตที่ออกมาโดยทำการปรับทริมเมอร์ VC_1 เพื่อให้ได้สัญญาณที่ความถี่คงที่และมีแอมพลิจูดที่สม่ำเสมอ



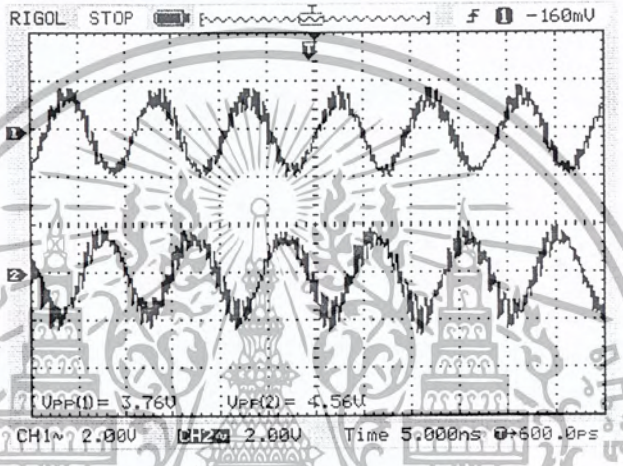
รูปที่ 4.1 สัญญาณจากวงจรกำเนิดความถี่

จากรูปที่ 4.1 พบว่าสัญญาณจะมีแอมพลิจูดสม่ำเสมอเมื่อปรับทริมเมอร์ไปยังความถี่ที่ 110 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบวงจรขยาย

ทำได้โดยการป้อนสัญญาณที่ได้จากวงจรกำเนิดความถี่ไปยังวงจรในรูปที่ 3.3 แล้วทำการวัดสัญญาณที่เอาท์พุต



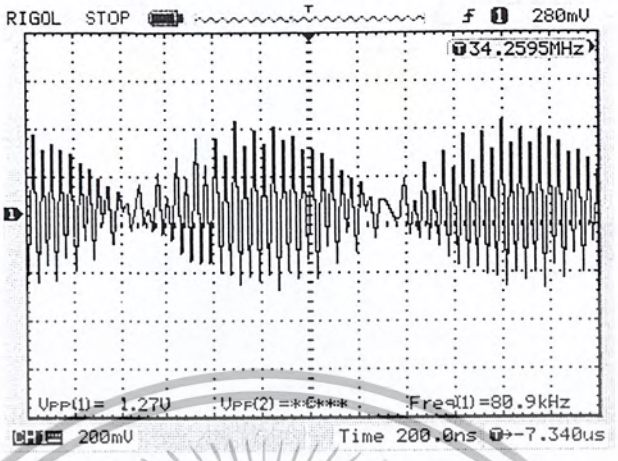
รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ได้จากวงจรขยาย

จากรูปที่ 4.2 ทำการวัดแอมพลิจูดของสัญญาณจากวงจรกำเนิดสัญญาณเทียบกับวงจรขยาย พบว่าวงจรขยายสามารถขยายสัญญาณได้ประมาณ 1.212 เท่า

4.3 การทดสอบวงจรมอดูเลตทางแอมพลิจูด

การทดสอบทำได้โดยการป้อนสัญญาณจากเครื่องเล่นวิดีโอผ่านวงจรมอดูเลตทางแอมพลิจูด เพื่อทำการมอดูเลตแบบ AM กับสัญญาณคลื่นพาห์ที่สร้างขึ้นจากวงจรกำเนิดความถี่ เพื่อทำการส่งให้กับเครื่องรับโทรทัศน์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์

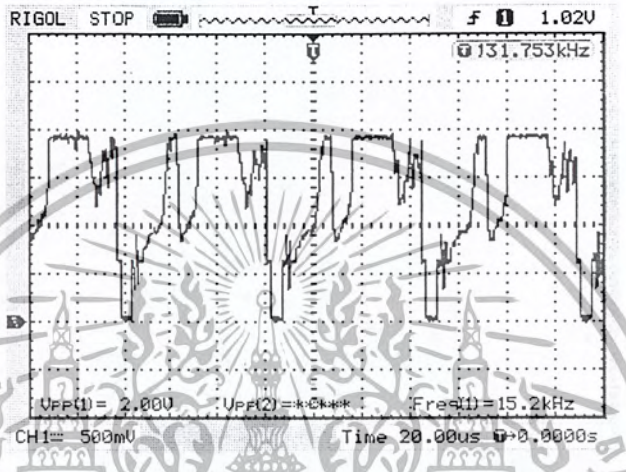
รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของสัญญาณที่ทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์

จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าหลังจากที่ได้ทำการมอดูเลตสัญญาณที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณกับสัญญาณภาพแล้ว เครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สายสามารถส่งสัญญาณได้ที่ความถี่ประมาณ 112.8 MHz ซึ่งใกล้เคียงกับสัญญาณที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณที่นำมามอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การหากำลังส่งของเครื่องส่งสัญญาณ

การหากำลังส่งของเครื่องส่งทำได้โดยการคำนวณจากสมการที่ 3.10 โดยทำการวัดเทียบกันระหว่างแอมพลิจูดของสัญญาณคลื่นพาห์และแอมพลิจูดของสัญญาณภาพ



รูปที่ 4.5 สัญญาณภาพที่ได้จากเครื่องเล่นวิดีโอ

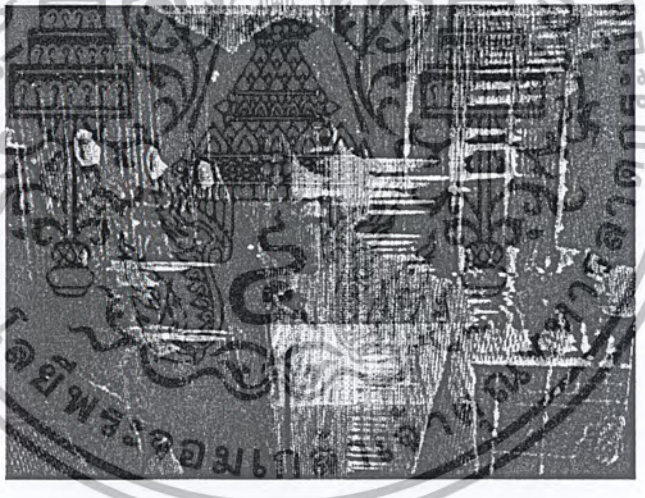
จากรูปที่ 4.5 พบว่าขนาดของสัญญาณมีค่าเท่ากับ 2 Volt ซึ่งขนาดของสัญญาณคลื่นพาห์ดังรูปที่ 4.1 มีขนาด 2.72 Volt เมื่อนำไปคำนวนตามสมการที่ 3.10 พบว่ากำลังส่งที่เครื่องส่งทำการส่งออกมามีค่าเท่ากับ 4.698 W หรือมีค่าเท่ากับ 6.719 dB

4.5 การทดสอบระยะการส่งสัญญาณของเครื่องส่ง

การทดสอบทำได้โดยการส่งสัญญาณภาพจากเครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สาย จากนั้นทำการปรับระยะห่างในการส่งสัญญาณแล้วทำการวัดระยะที่สามารถส่งได้

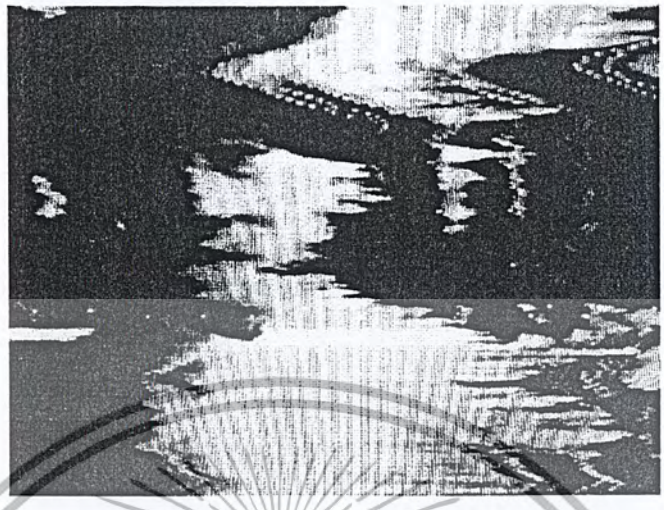
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ภาพที่ได้จากระยะ 1 ถึง 4 เมตร



รูปที่ 4.7 ภาพที่ได้จากระยะ 6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ภาพที่ได้จากระยะ 8 เมตร

รูปที่ 4.9 ภาพที่ได้จากระยะเกิน 10 เมตรขึ้นไป

จากการทดลองพบว่าเครื่องส่งสัญญาณภาพไร้สายสามารถส่งสัญญาณได้ดีคมชัดในระยะที่ไม่เกิน 4 เมตรหลังจากนั้นจะเกิดสัญญาณรบกวนเพิ่มมากขึ้นตามระยะทางที่มากขึ้น และจะเริ่มรับสัญญาณภาพไม่ได้ในระยะที่เกิน 10 เมตรขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองโดยทำการสร้างวงจรส่งสัญญาณภาพไร้สายเพื่อทำการส่งสัญญาณภาพในย่านความถี่ VHF พบว่า วงจรกำเนิดความถี่สามารถสร้างสัญญาณความถี่ได้ แต่ระดับสัญญาณหรือแอมพลิจูดไม่คงที่ทำให้ไม่ได้ความถี่ที่ต้องการตามการคำนวนในบทที่ 3 อีกทั้งยังมีสัญญาณรบกวนอยู่บ้าง ในส่วนของวงจรขยายสัญญาณสามารถขยายสัญญาณได้ที่ประมาณ 1.212 เท่า ซึ่งคลาดเคลื่อนจากที่คำนวณไว้ที่ 1.303 เท่า และสุดท้ายส่วนของวงจรมอดูเลตทางแอมพลิจูดสามารถทำการมอดูเลตได้เป็นอย่างดีทำให้สามารถส่งสัญญาณไปยังโทรทัศน์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากสัญญาณคลื่นพาห์ที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณมีสัญญาณรบกวนอยู่บ้างทำให้เมื่อผ่านวงจรขยาย วงจรขยายจึงทำการขยายสัญญาณรบกวนด้วย จึงควรใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพมากขึ้นเพื่อให้ได้สัญญาณที่ดีขึ้น

2) เนื่องจากการส่งสัญญาณไปยังโทรทัศน์ยังส่งได้ไม่ไกลมากนัก อาจพัฒนาโดยการเพิ่มกำลังในการส่งให้สามารถส่งได้ไกลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง.*ออกแบบลายวงจรพิมพ์ด้วยProtel 99SE.* กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนสามัญสสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2551

[2] มงคล ทองสงคราม.*อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.*กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วีเจ พริ้นติ้ง,2551

[3] ผศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์.*วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์.*กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วีเจ พริ้นติ้ง,2551

[4]เว็บไซต์การเรียนรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์."เครื่องส่งวิทยุ."
http://202.143.171.132/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B4%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%9C%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B9%87%E0%B8%9A/fscommand/unit08.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Datasheet C1674

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEC

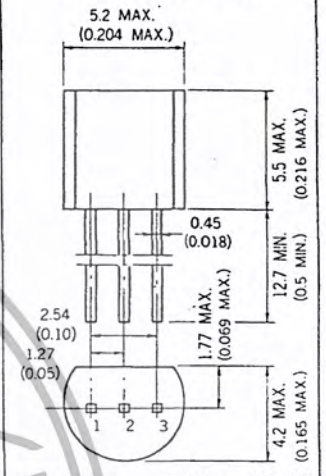
NPN SILICON TRANSISTOR
2SC1674

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)

PACKAGE DIMENSIONS
in millimeters (inches)



1. EMITTER
2. COLLECTOR
3. BASE

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

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_{CBO} Collector to Base Voltage . . . . . 30 V
- V_{CEO} Collector to Emitter Voltage . . . . 20 V
- V_{EBO} 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·rb'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}

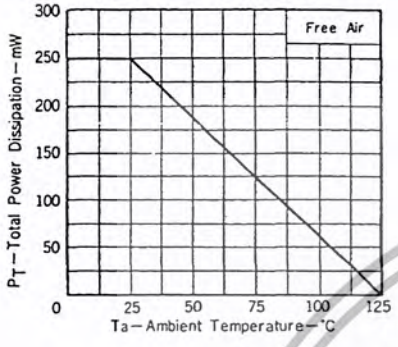
Rank	M	L	K
Range	40 – 80	60 – 120	90 – 180

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

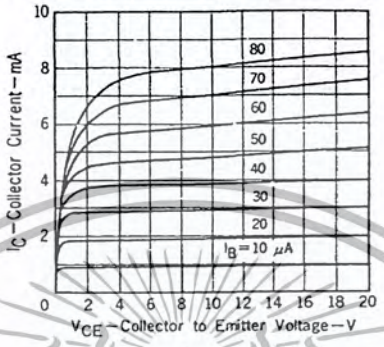
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

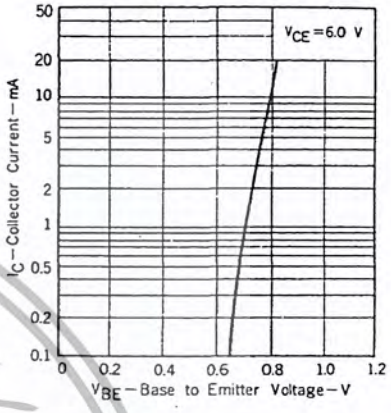
TOTAL POWER DISSIPATION vs. AMBIENT TEMPERATURE



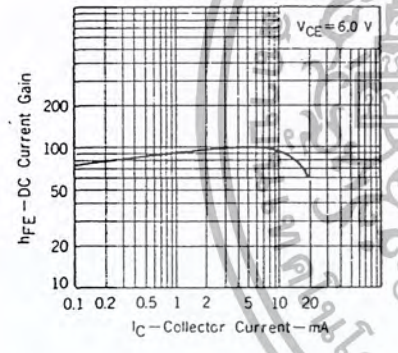
COLLECTOR CURRENT vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



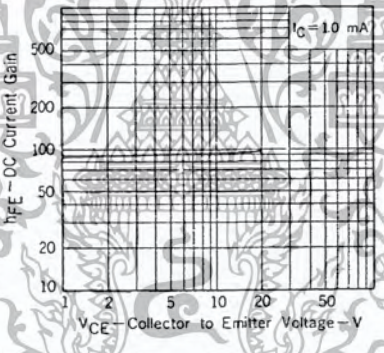
COLLECTOR CURRENT vs. BASE TO EMITTER VOLTAGE



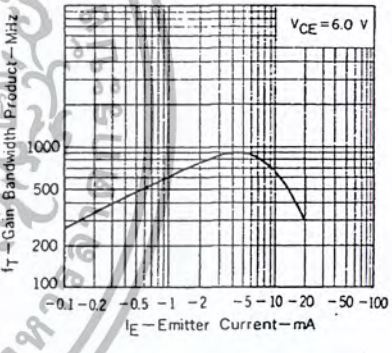
DC CURRENT GAIN vs. COLLECTOR CURRENT



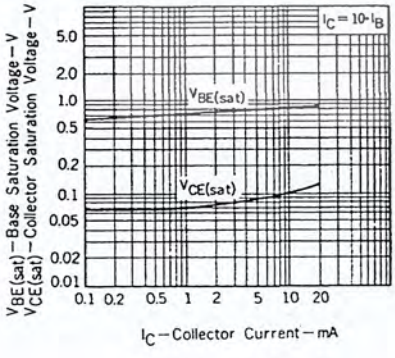
DC CURRENT GAIN vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



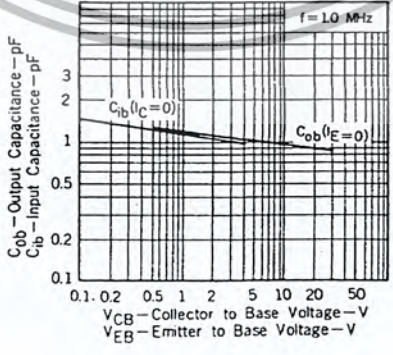
GAIN BANDWIDTH PRODUCT vs. EMITTER CURRENT



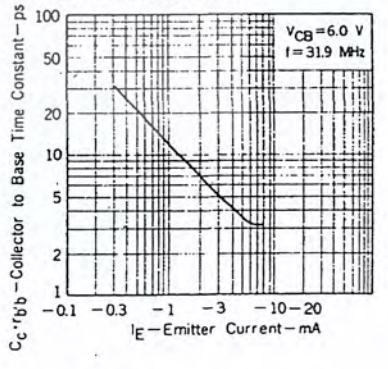
BASE AND COLLECTOR SATURATION VOLTAGE vs. COLLECTOR CURRENT



INPUT CAPACITANCE vs. EMITTER TO BASE VOLTAGE, OUTPUT CAPACITANCE vs. COLLECTOR TO BASE VOLTAGE

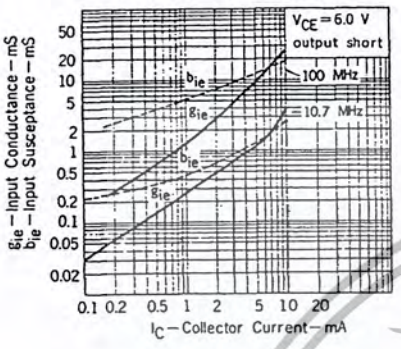


COLLECTOR TO BASE TIME CONSTANT vs. EMITTER CURRENT

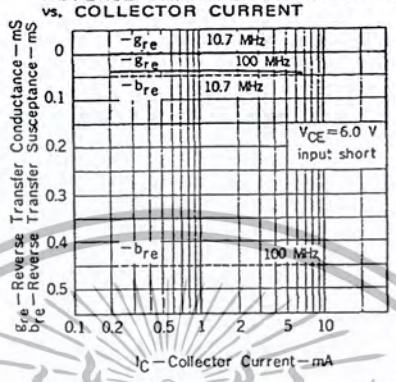


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

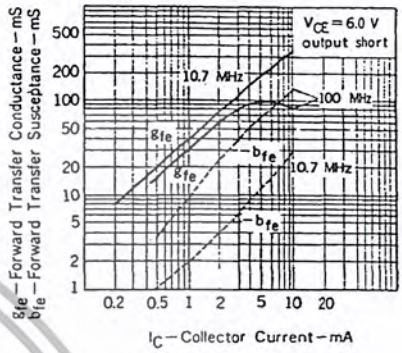
INPUT ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



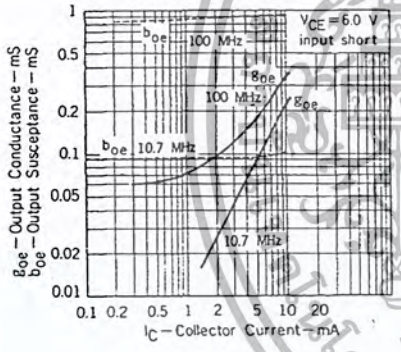
REVERSE TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



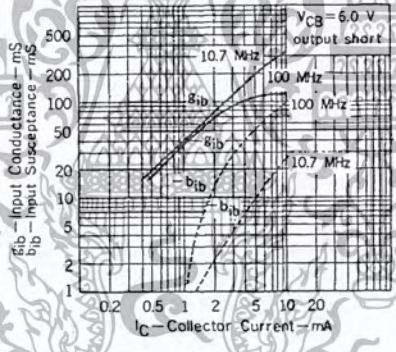
FORWARD TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



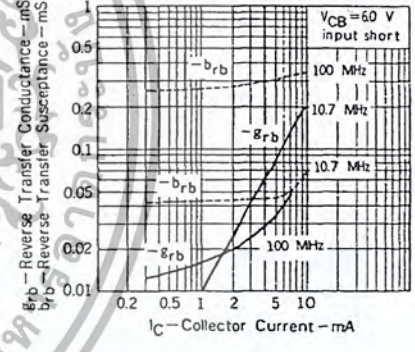
OUTPUT ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



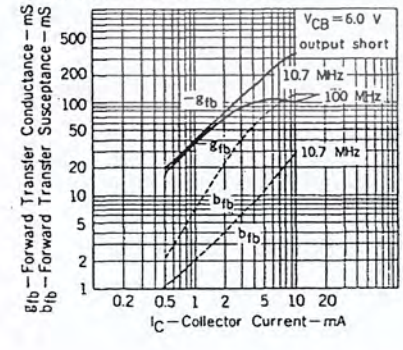
INPUT ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



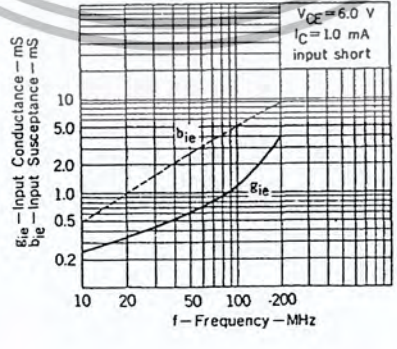
REVERSE TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



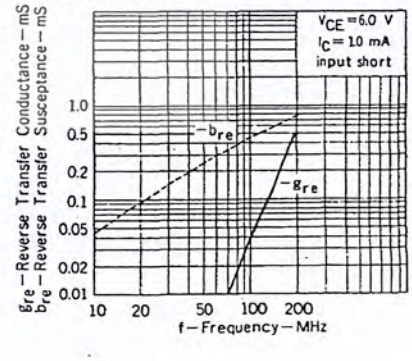
FORWARD TRANSFER ADMITTANCE vs. COLLECTOR CURRENT



INPUT ADMITTANCE vs. FREQUENCY

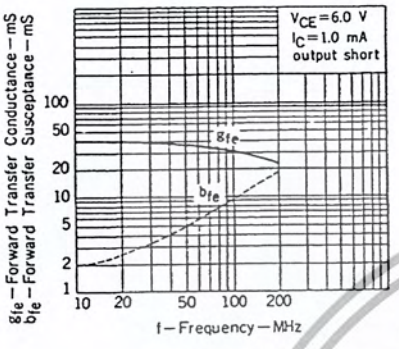


REVERSE TRANSFER ADMITTANCE vs. FREQUENCY

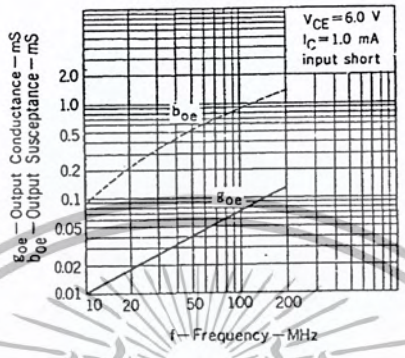


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

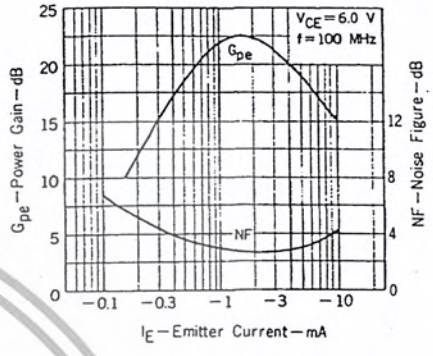
FORWARD TRANSFER ADMITTANCE vs. FREQUENCY



OUTPUT ADMITTANCE vs. FREQUENCY



POWER GAIN, NOISE FIGURE vs. EMITTER CURRENT



100 MHz G_{pe}, NF TEST CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Datasheet C2570

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

isc Silicon NPN RF Transistor 2SC2570A

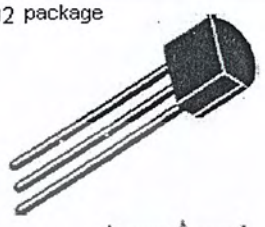
DESCRIPTION

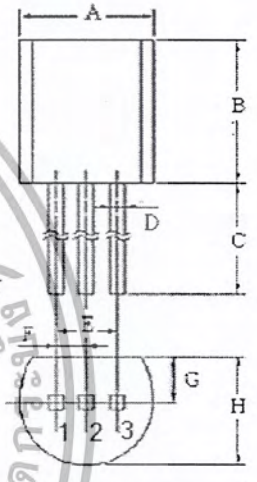
- Low Noise and High Gain
  NF = 1.5 dB TYP.
  Ga = 8 dB TYP. @f = 1.0 GHz, V_{CE} = 10 V, I_C = 5 mA
- Wide Dynamic Range
  NF = 1.9 dB TYP.
  Ga = 9 dB TYP. @f = 1.0 GHz, V_{CE} = 10 V, I_C = 15 mA

APPLICATIONS

- Designed for use in low-noise amplifier of VHF ~ UHF stages.

TO-92 package





1: Base
2: Emitter
3: Collector

DIM	mm MIN	mm MAX
A	4.33	4.83
B	4.33	4.83
C	14.0	15.0
D	0.36	0.56
E	2.54	
F	1.27	
G	0. 92	1. 12
H	3.40	3.60

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS(T_a=25℃)

SYMBOL	PARAMETER	VALUE	UNIT
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	25	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	12	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	3.0	V
I_C	Collector Current-Continuous	70	mA
P_C	Collector Power Dissipation @T_C=25℃	0.6	W
T_J	Junction Temperature	150	℃
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65~150	℃

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

isc Silicon NPN RF Transistor 2SC2570A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

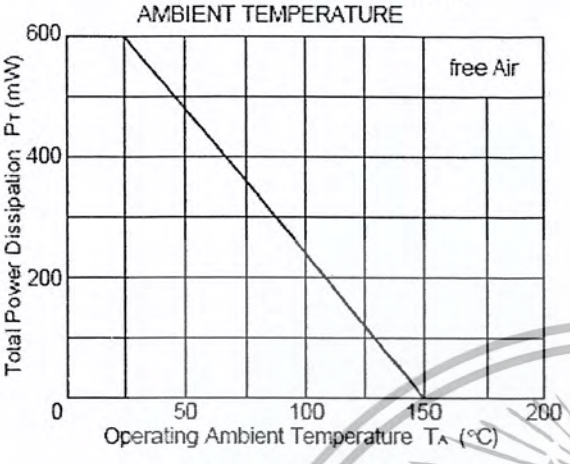
T_C=25℃ unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP.	MAX	UNIT
I_{CBO}	Collector Cutoff Current	V_{CB}= 15V; I_E= 0			0.1	μ A
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current	V_{EB}= 2V; I_C= 0			0.1	μ A
h_{FE}	DC Current Gain	I_C= 20mA ; V_{CE}= 10V	40		200	
f_T	Current-Gain—Bandwidth Product	I_C= 20mA ; V_{CE}= 10V		5		GHz
C_{OB}	Output Capacitance	I_E= 0 ; V_{CB}= 10V;f= 1.0MHz		0.7	0.9	pF
$\|S_{21e}\|^2$	Insertion Power Gain	I_C= 20mA ; V_{CE}= 10V; f= 1.0GHz	8	10		dB
MAG	Maximum Available Gain	I_C= 20mA ; V_{CE}= 10V;f= 1.0GHz		11.5		dB
NF	Noise Figure	I_C= 5mA ; V_{CE}= 10V;f= 1.0GHz		1.5	3.0	dB

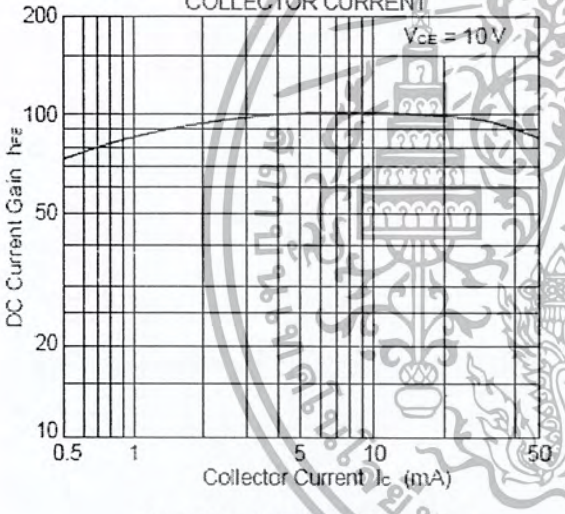
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

isc Silicon NPN RF Transistor 2SC2570A

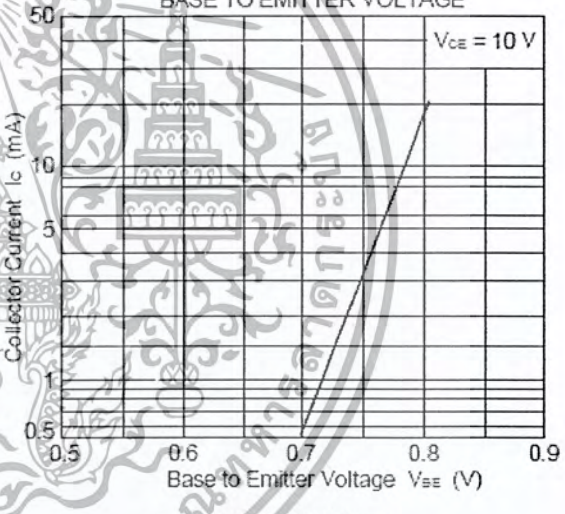
TOTAL POWER DISSIPATION vs.
AMBIENT TEMPERATURE



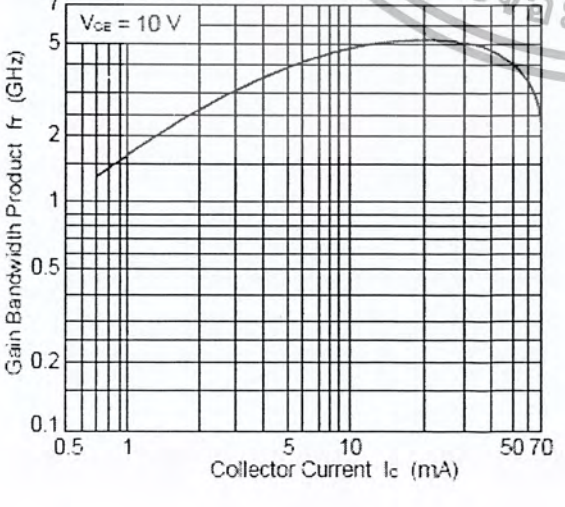
DC CURRENT GAIN vs.
COLLECTOR CURRENT



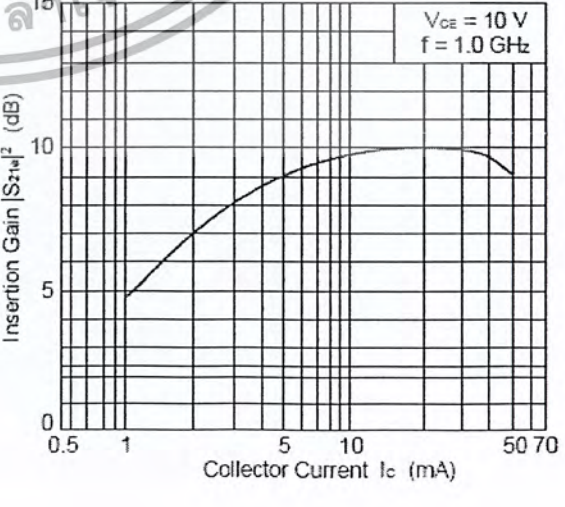
COLLECTOR CURRENT vs.
BASE TO EMITTER VOLTAGE



GAIN BANDWIDTH PRODUCT vs.
COLLECTOR CURRENT

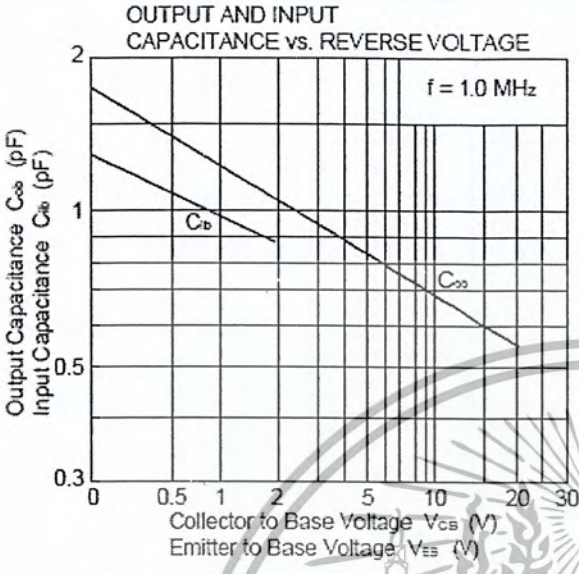


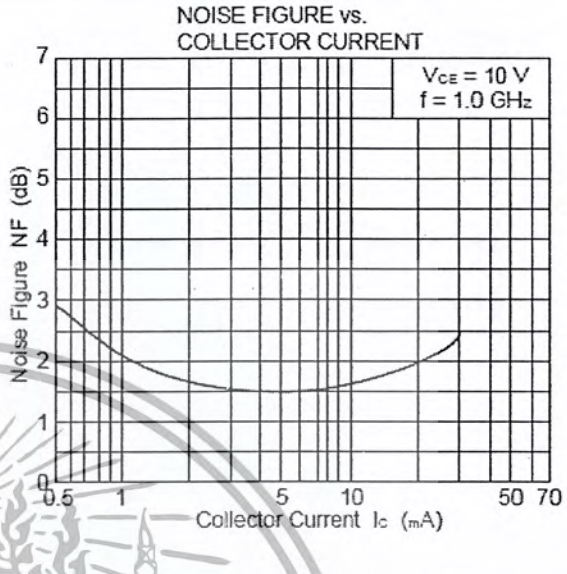
INSERTION GAIN vs.
COLLECTOR CURRENT

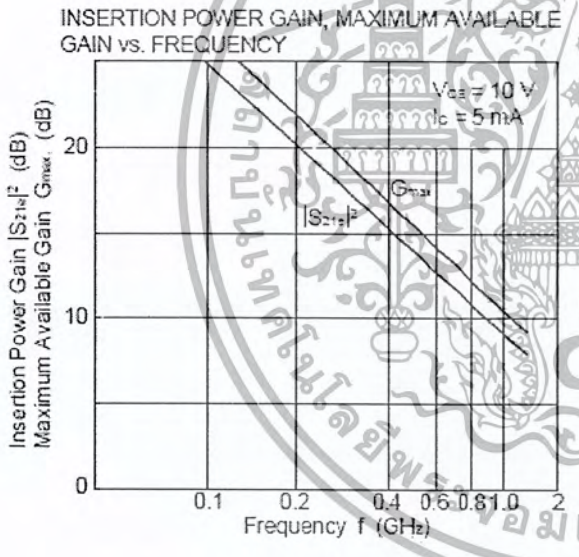


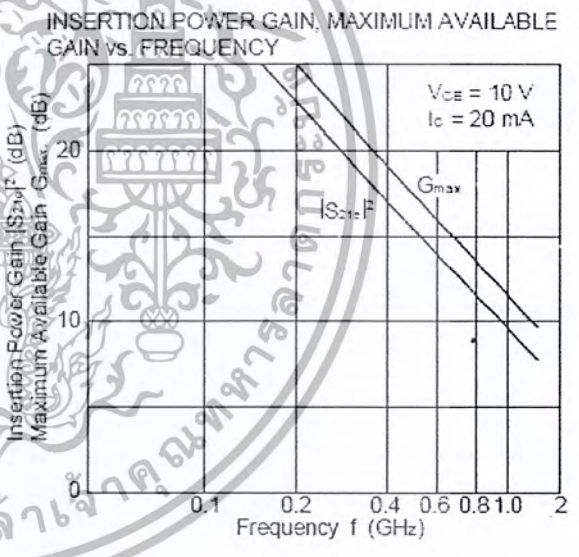
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
isc Website：www.iscsemi.cn
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

isc Silicon NPN RF Transistor 2SC2570A







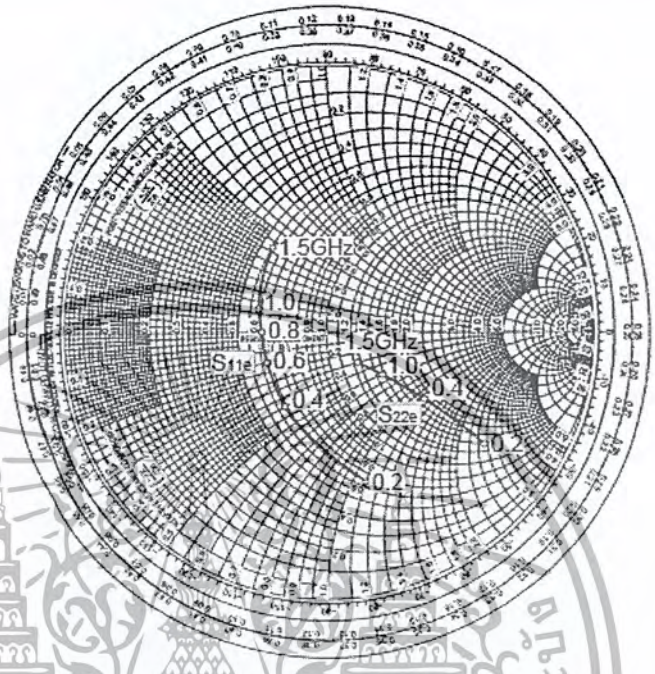


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

isc Silicon NPN RF Transistor 2SC2570A

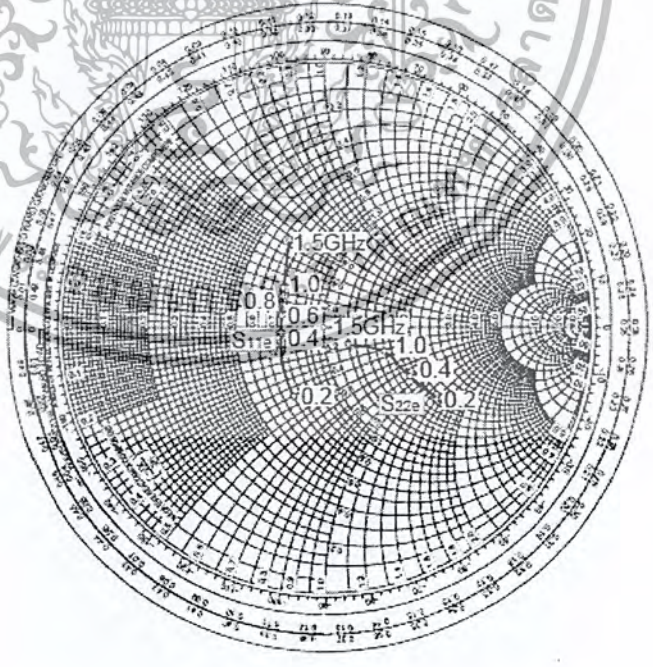
S-PARAMETER

V_{CE} = 10 V, I_C = 5 mA, Z_O = 50 Ω



S-PARAMETER

V_{CE} = 10 V, I_C = 20 mA, Z_O = 50 Ω



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้