# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER

โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033254

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

โดย

นาย ชาญวิทย์ ดันดิวิรมานนท์ 33100088

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก 33100314

ชั้นปีที่ 4

อาจารย์ นิภา ลีลารุจิ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา project 2

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2536

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER


โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ นิภา ลิลารุจิ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER

โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์ 33100088

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก 33100314

ชั้นปีที่ 4

อาจารย์ นิภา ลิลารุจิ

อาจารย์ที่ปรึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา project 2

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2536

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER


โดย

นาย ชาญวิทย์ ดันดิวิรมานนท์

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ นิภา ลิลารุจิ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER


โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์ 33100088

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก 33100314

ชั้นปีที่ 4

อาจารย์ นิภา ลีลารุจิ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา project 2

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2536

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER


โดย

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ นิภา ลิลารุจิ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536

ภาควิชาโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

# เรื่อง เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER


ผู้จัดทำ

นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์ 33100088 4A

นาย รังสรรค์ จิราดิเรก 33100314 4A


.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ นิภา ลิลารุจิ)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องรับเสียงโทรทัศน์

# TELEVISION SOUND RECEIVER

โดย นาย ชาญวิทย์ ตันติวิรมานนท์ 3310080814
นาย รังสรรค์ จิราดิเรก 3310080814

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ นิภา ลีลารุจิ

ปีการศึกษา 2536

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอโครงงาน " เครื่องรับเสียงโทรทัศน์ " ซึ่งเป็นโครงงานสนับสนุนงานวิจัย เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากสัญญาณเดิมของการส่งคลื่นจากสถานีโทรทัศน์ผ่านชั้นบรรยากาศมายังเครื่องรับ

สำหรับวงจรที่ประกอบขึ้นในโครงงานนี้ จะทำการแยกสัญญาณเสียงไอเอฟ และสัญญาณภาพของโทรทัศน์ จากนั้นจะนำไปเข้าเครื่องรีคอดเดอร์ ลำโพง และ จอภาพเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ เหตุที่ใช้สัญญาณไอเอฟของสัญญาณโทรทัศน์ เพราะสัญญาณไอเอฟเป็นสัญญาณที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางแอมปลิจูด แต่มีการเปลี่ยนแปลงทางความถี่ ซึ่งจะทำให้สังเกตความผิดปรกติได้เมื่อเกิดการลดลงของแอมปลิจูด

**Abstract**

This thesis is a part of project about " The TV. Sound Receiver" ,which supports research that studies about alteration of the original signal, sent through climate from the station to the receiver.

This Sound TV Receiver ,discriminate IF Sound and Video signal. It is sent to recorder , speaker and monitor ,which attends to modification of Signal's Amplitude. Because IF Sound Television changable the Frequency but the Amplitude doesn't. We can notice the errorance from decreasing of Sound Signal's Amplitude.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทที่ 1 ... | บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 ... | 2.1 ทฤษฎีและหลักการ | 3 |
| | 2.2 ระบบของการผสมสัญญาณ | 4 |
| | 2.3 ช่องโทรทัศน์ | |
| | 2.4 องค์ประกอบของเครื่องรับโทรทัศน์ | 6 |
| | 2.5 ระบบของเครื่องรับโทรทัศน์ | 7 |
| | 2.6 หน้าที่ของบล็อกไดอะแกรมแต่ละส่วน | 8 |
| | 2.7 เครื่องรับซินิดซูเปอร์เฮตเทอร์ดายน์ | 16 |
| | 2.8 ส่วนแสดงสัญญาณภาพ | 18 |
| บทที่ 3 ... | 3.1 วงจรในการทดลอง | 22 |
| ... | 3.2 การหาภาคจูนเนอร์ | 25 |
| ... | 3.3 โครงสร้างของชิ้นงาน | 26 |
| บทที่ 4 ... | การทดลองและผลการทดลอง | 30 |
| บทที่ 5 ... | สรุปและวิจารณ์ผล | 34 |
| รายการอุปกรณ์ | | 37 |
| เอกสารอ้างอิง | | 41 |
| กิตติกรรมประกาศ | | 42 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทที่ 1... | บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้นของการแพร่ภาพโทรทัศน์ | 1 |
| บทที่ 2... | บล็อกไดอะแกรมอย่างง่ายของเครื่องรับโทรทัศน์ | 7 |
| | เส้นโค้งผลตอบสนองความถี่ของภาค IF | 8 |
| | การทำงานของวงจรอาร์เอฟ แอมปลิฟาย มิกเซอร์ และออสซิเลเตอร์ | 9 |
| | บล็อกไดอะแกรมของภาคจูนเนอร์ | 10 |
| | ตัวอย่างจริงของจูนเนอร์แบบกดปุ่ม | 11 |
| | วงจรระบบกดปุ่มทีวีขาวดำฟิลิปส์ | 12 |
| | วงจรอิเลคทรอนิกส์จูนเนอร์ ELC 2004 ของฟิลิปส์ | 13 |
| | วิธีการวีดีโอ แอมปลิฟาย | 14 |
| | ส่วนวงจรด้านเสียง | 15 |
| | วงจรกำเนิดแรงดัน AGC อย่างง่าย | 16 |
| | แผงเครื่องรับซูเปอร์เฮต | 17 |
| | โครงสร้างภายในของ CRT | 19 |
| บทที่ 3... | วงจรเครื่องรับเสียงโทรทัศน์ | 23 |
| | บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับเสียงโทรทัศน์ | 24 |
| | ลายวงจรบนแผ่นปริ๊นท์ | 26 |
| | ตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแผ่นปริ๊นท์ | 27 |
| | วงจร Composite Video Amplifier | |
| | วงจร Sound IF Amplifier | |
| | การเชื่อมต่อวงจร Sound IF Amp และ Composite Video Amplifier และ TV Sound Receiver | |
| บทที่ 4... | อุปกรณ์ภาค IF Amplifier และ ภาครับสัญญาณ RF | 32 |
| | อุปกรณ์ภาค Video IF Amplifier | 33 |
| | เส้นกราฟที่ได้จากเครื่องรีคอด้เดอร์ | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

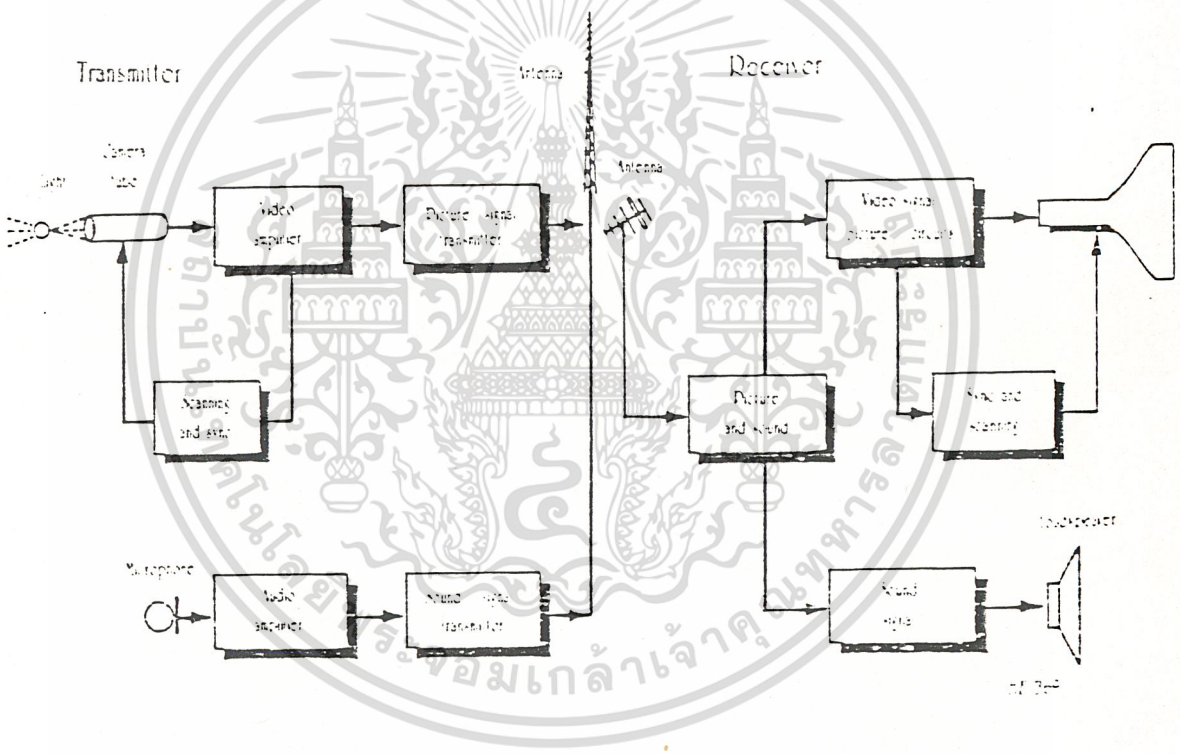

| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทที่ 2... | ตารางช่องโทรทัศน์ | 5 |
| | คุณสมบัติของฟอสเฟอร์ | 21 |
| บทที่ 4... | แสดงช่องและความถี่โทรทัศน์ | 36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ในปัจจุบัน โทรทัศน์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของเราไม่ว่าจะเป็นการเผยแพร่ข่าวสาร หรือเพื่อความบันเทิง ซึ่งสิ่งนี้ก็คือเทคโนโลยีของการส่งสัญญาณภาพ และสัญญาณเสียงไปในเวลาเดียวกัน




แสดงบล็อกไดอะแกรมเบื้องต้นของกระบวนการแพร่ภาพโทรทัศน์

หลักการเบื้องต้นของการแพร่ภาพของโทรทัศน์ ( Television Broadcasting ) สัญญาณภาพ และสัญญาณเสียงจะถูกส่งออกไปในรูปของ คลื่นพาห์วิทยุ (Radio carrier wave) เพื่อให้เครื่องรับสามารถรับได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องส่งโทรทัศน์ต้องประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือส่วนที่เป็นสัญญาณภาพและส่วนที่เป็นสัญญาณเสียง (visual and aural) โดยสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพจะส่งไปในรูปของสัญญาณเอเอ็ม (Amplitude Modulation) และสัญญาณเสียงส่งไปในรูปของสัญญาณเอฟเอ็ม (Frequency Modulation) การแพร่กระจายคลื่นออกไปในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสายอากาศ โดยทั่วไปหากเป็นสถานีภาคพื้นดินจะครอบคลุมพื้นที่ทางตรงประมาณ 75 ไมล์ หรือ 121 กิโลเมตร

เครื่องรับโทรทัศน์จะรับสัญญาณจากสายอากาศเข้ามาทั้งภาพและเสียง นำสัญญาณนี้ไปทำการดีเทคแยกภาพ และ เสียงออกไปใช้งาน โดยสัญญาณภาพจะถูกส่งไปจอหลอดภาพซึ่งมีส่วนคล้ายหลอดออสซิลโลสโคปที่แก้วข้างหน้าเคลือบฉาบฟลูออเรสเซนต์ไว้ เพื่อช่วยให้เกิดการเรืองแสงขึ้นที่จอ ส่วนสัญญาณเสียงจะถูกแยกออกไปยังภาคเสียง เพื่อที่จะทำการดีเทคให้ได้สัญญาณเสียงกลับคืนมา แล้วส่งต่อไปให้ลำโพงต่อไป ตามมาตรฐานของ CCIR กำหนดให้ความถี่โทรทัศน์ทั้งภาพและเสียงมีความกว้างช่องละ 7 MHz โดยแบ่งย่านความถี่ในช่วงวีเอชเอฟเป็น 2 แบนด์คือแบนด์ด้านต่ำ (low band)กับแบนด์ด้านสูง (high band) เนื่องจากความถี่สูงมาก (very high frequency) อยู่ในช่วง 30 - 300 MHz แต่ในย่านความถี่นี้มีการส่งกระจายเสียงของสถานีวิทยุเอฟเอ็ม ดังนั้นความถี่แบนด์ต่ำในระบบ CCIR จึงบรรจุช่องโทรทัศน์ช่อง 2 - 4 เอาไว้ ความถี่แบนด์กลางเป็นของสถานีวิทยุเอฟเอ็ม และทางด้านแบนด์สูงของ CCIR จะบรรจุช่อง 5 - 12 เอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

## ทฤษฎีและหลักการ

สัญญาณโทรทัศน์ที่เครื่องส่งส่งมาให้เครื่องรับโทรทัศน์นั้น เรียกว่า สัญญาณภาพรวม (Composite Video Signal) ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สัญญาณภาพและสัญญาณเสียง เป็นสัญญาณที่ส่งไปเพื่อให้เกิดภาพ และเสียงขึ้นในเครื่องรับโทรทัศน์

2. สัญญาณแบลงกิ้ง (Blanking Signal) เป็นสัญญาณที่ส่งเพื่อให้ลบเส้นสะบัดกลับทั้งในแนวตั้งและแนวนอน

3. สัญญาณซิงโครไนซ์ (Synchronize signal) เป็นสัญญาณที่ส่งมาเพื่อช่วยให้วงจรหักเหทางแนวตั้งและแนวนอน ในเครื่องส่งกับเครื่องรับทำงานสอดคล้องตรงกัน ซึ่งสัญญาณซิงโครไนซ์มีอยู่ 2 สัญญาณคือ

3.1 ฮอริซอนตอล ซิงโครไนซ์ (Horizontal Synchronize) เป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวนอน ซึ่งมีความถี่ 15,625 Hz (ในระบบ CCIR) หรือ 15,750 Hz (ในระบบ NTSC) ถ้าไม่มีสัญญาณส่วนนี้ส่งมาจะทำให้ภาพเกิดการล้มได้

3.2 เวอร์ติคอล ซิงโครไนซ์ (Vertical Synchronize) เป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวตั้งซึ่งมีความถี่ 50 Hz (ในระบบ CCIR) หรือ 60 Hz (ในระบบ NTSC) ถ้าไม่มีสัญญาณนี้ส่งมาจะทำให้ภาพเลื่อน

4. สัญญาณอีควอไลซิ่ง (Equalizing Signal) เป็นสัญญาณบังคับรูปร่างของสัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวตั้ง เพื่อให้สามารถคงรูปถูกต้อง แล้วยังช่วยให้การสแกนแบบสลับเส้นเป็นไปได้ถูกต้องด้วย สามารถขึ้นเส้นคู่ เส้นคี่ในตำแหน่งที่ถูกต้องได้ทั้งยังส่งผลทางอ้อม ให้สัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวนอนไม่ขาดหายไปในระหว่างการส่งสัญญาณทางแนวตั้งด้วย สัญญาณส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 6 ลูกเล็ก ๆในระบบ 525 เส้น และถูกแบ่งเป็น 5 ลูกในระบบ 625 เส้น ในส่วนของระบบสัญญาณเสียงจะใช้คลื่นพาห์เฉพาะ เพราะระบบเสียงในโทรทัศน์เป็นระบบเอฟเอ็ม ส่วนสัญญาณภาพและอื่น ๆ ที่เหลือนั้น จะส่งเป็นสัญญาณภาพรวมแล้วใช้คลื่นพาห์ภาพส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ระบบของการผสมสัญญาณ

ระบบของการผสมสัญญาณหรือการมอดูเลชั่น อันเป็นวิธีการที่นำสัญญาณความถี่วิทยุมาผสมกับข้อมูลข่าวสารที่ต้องการสื่อสารออกไป มีระบบต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้คือ

1. **แอมปลิจูด มอดูเลชั่น หรือ ระบบเอเอ็ม** (Amplitude Modulation) เป็นวิธีการผสมสัญญาณแล้วคลื่นพาห์ หรือแคร์เรียร์ มีแอมปลิจูดเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ต้องการ

2. **ฟรีเควนซี่ มอดูเลชั่น หรือ ระบบเอฟเอ็ม** (Frequency Modulation) เป็นวิธีการผสมสัญญาณ แล้วทำให้คลื่นพาห์หรือแคร์เรียร์มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความถี่ แปรตามสัญญาณข้อมูลที่ต้องการ

3. **เฟส มอดูเลชั่น หรือ ระบบ พีเอ็ม** (Phase Modulation) เป็นวิธีการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ หรือค่าคุณสมบัติของข้อมูลให้เป็นไปตามเฟสของคลื่นพาห์

4. **พัลซ์ มอดูเลชั่น หรือ ระบบ พีซีเอ็ม** (Pulse Code Modulation) เป็นลักษณะของการผสมความถี่ ให้เป็นรหัสสัญญาณพัลซ์

สัญญาณภาพจะถูกมอดูเลชั่นในระบบเอเอ็ม ส่วนสัญญาณเสียงสำหรับโทรทัศน์จะมอดูเลชั่นในระบบเอฟเอ็ม โดยมีข้อกำหนดว่าสัญญาณทั้ง 2 อย่างนี้จะต้องมีความห่างกันไม่มากเกินไปนัก มิฉะนั้นแล้วแบนด์วิดธ์ของการส่งจะกว้างมาก ทำให้เป็นเรื่องยากของระบบการส่งและระบบของการรับ

## 2.3 ช่องโทรทัศน์ (Television channels)

ในระบบ 525 เส้นและ 625 เส้น ช่องกว้างของความถี่ภาพ (Video bandwidth) จะต้องไม่ต่ำกว่า 4 MHz และ 5 MHz และเมื่อรวมกับเสียงด้วย ช่องกว้างของแต่ละช่องจะต้องไม่ต่ำกว่า 6 MHz และ 8 MHz ซึ่งจำนวนเส้นในการสแกนยิ่งมาก ช่องกว้างความถี่จะยิ่งมาก ตามมาตรฐาน FCC (Federal Communications Commission) ได้แบ่งแบนด์ต่าง ๆ ไว้ดังนี้จาก 54 - 88 MHz เป็น VHF แบนด์ต่ำจาก 174 - 216 MHz เป็น VHF แบนด์สูงและจาก 470 - 890 MHz เป็น UHF ช่อง 14 ถึงช่อง 83 เพื่อให้มีช่องส่งได้มากขึ้นตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ช่องที่ | ย่านความถี่ |
|---|---|
| 1 | ไม่ได้ใช้ |
| 2 | 54-60 |
| 3 | 60-66 |
| 4 | 66-72 |
| 5 | 76-82 |
| 6 | 82-88 |
| ย่าน FM | 88-108 |
| 7 | 174-180 |
| 8 | 180-186 |
| 9 | 186-192 |
| 10 | 192-198 |
| 11 | 198-204 |
| 12 | 204-210 |
| 13 | 210-216 |
| UFM 14-83 | 470-890 |

ตารางช่องโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

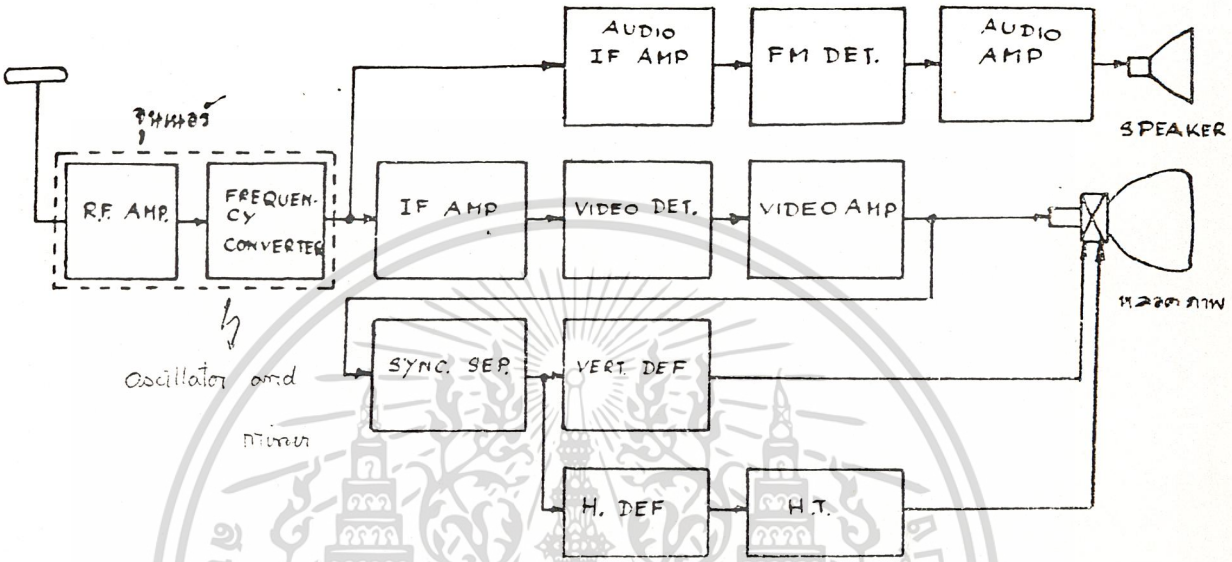
## 2.4 องค์ประกอบของเครื่องรับโทรทัศน์

จุดสำคัญอยู่ที่ทั้งภาพ และ เสียงในวงจรส่วนหน้าจะผ่านภาค mixer เดียวกันและออสซิเลเตอร์จะผลิตความถี่มาบีท (beats) กับคลื่น RF ซึ่งมีคลื่นพาหะทั้งภาพและเสียงรวมมาด้วย หลังการบีทจะได้เป็นความถี่ IF ของภาพและความถี่ IF ของเสียงซึ่งเป็น AM และ FM ตามลำดับ เครื่องรับโดยทั่ว ๆ ไปจะใช้ความถี่ IF ภาพ 45.75 MHz และความถี่ IF เสียง 41.25 MHz หรือ 25.75 และ 21.25 MHz ทั้งสองแบบจะต้องมีความแตกต่างระหว่างคลื่นพาหะของภาพและเสียงเท่ากับ 4.5 MHz เสมอ

สำหรับวงจรเสียงจะมีช่วงกว้างของสัญญาณแคบกว่าสัญญาณภาพ จึงสามารถใช้วงจร resonant ดักสัญญาณเสียงเพื่อไปเข้า IF Amp ของเสียงโดยใช้วงจรจูน LC ที่ความถี่ 4.5 MHz ต่อกับภาคดีเทคเตอร์ภาพ เพื่อดึงเอาสัญญาณเสียง 4.5 MHz ไปยัง IF Amp ของเสียงเมื่อเสียงถูกแยกมา โดยวงจรจูนแล้วการขยายสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงก็จะแยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ระบบของเครื่องรับโทรทัศน์




บล็อกไดอะแกรมอย่างง่ายของเครื่องรับโทรทัศน์

จากรูปจะเห็นได้ว่า ภายในบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์ จะจำแนกออกเป็นภาคหลัก ๆ ได้ 8 ภาคใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

1. ระบบสายอากาศ (Antenna Section)
2. ภาคจูนเนอร์ (Tuner Section)
3. ส่วนของระบบสัญญาณ (Video Section)
4. ภาคขยาย (Video Amplifier Section)
5. ภาคเสียง (Sound Section)
6. ภาคซิงโครไนซ์ (Synchronize Section)
7. ส่วนของวงจรหักเหทางแนวตั้ง (Vertical Section)
8. ส่วนของวงจรหักเหทางแนวนอน (Horizontal Section)

ในที่นี้จะกล่าวรายละเอียดเพียงหัวข้อที่ 1 ถึง 6 ซึ่งเป็นส่วนที่กำลังศึกษาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

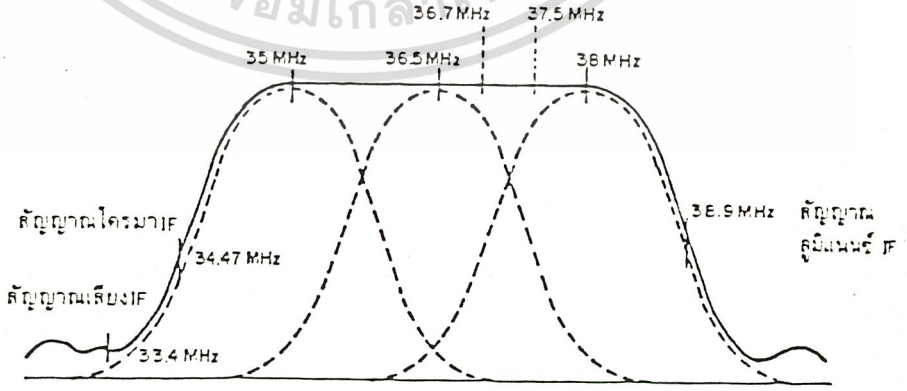
## 2.6 หน้าที่ของบล็อกไดอะแกรมแต่ละส่วน

### 2.6.1 วงจรภาครับส่วนหน้า (front end) หรือจูนเนอร์ (tuner)

ในเครื่องรับโทรทัศน์จะมีวงจรขยายความถี่วิทยุ (RF Amp) วงจร Local os-cillator และ mixer อยู่รวมกันเรียกว่า จูนเนอร์ หรือวงจรส่วนหน้า (Front End) ส่วนนี้จะทำหน้าที่เลือกช่องที่ต้องการ แล้วเปลี่ยนคลื่นพาหะทั้งภาพ และเสียงให้เป็นความถี่ IF การเปลี่ยนช่องของสถานีที่รับ ก็คือการเปลี่ยนความถี่ของ Local oscillator หรือ Local oscillator เปลี่ยนความถี่ RF ที่เข้ามาให้เป็นความถี่ที่สามารถผ่านภาค IF Amp ได้ สำหรับที่ปรับ fine tuning นั้นเพื่อปรับความถี่ของออสซิเลเตอร์ให้ถูกต้อง วงจรภาครับส่วนหน้าสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ภาคสายอากาศ (Antenna) ทำหน้าที่รับเอาสัญญาณความถี่ที่สถานีส่งต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติวงจรภาครับ จะรับสัญญาณของโทรทัศน์ได้ดีในช่วง 50 ถึง 80 เดซิเบล โดยมีระดับมาตรฐานกำหนดไว้เท่ากับ 60 เดซิเบล

2. ภาคขยายความถี่วิทยุ (RF. Amplifier) วงจรในส่วนนี้เป็นวงจรขยายสัญญาณและเป็นภาคจูนเนอร์ หรือ ภาคสวิตช์เลือกช่อง (channel selector) ซึ่งทำหน้าที่เลือกรับสัญญาณโทรทัศน์ช่องที่ต้องการจากสายอากาศ ขนาดสัญญาณที่รับได้มีเพียงไม่กี่ไมโครโวลต์ ถูกขยายและทอนความถี่ RF ให้ลดลงเป็นความถี่ IF



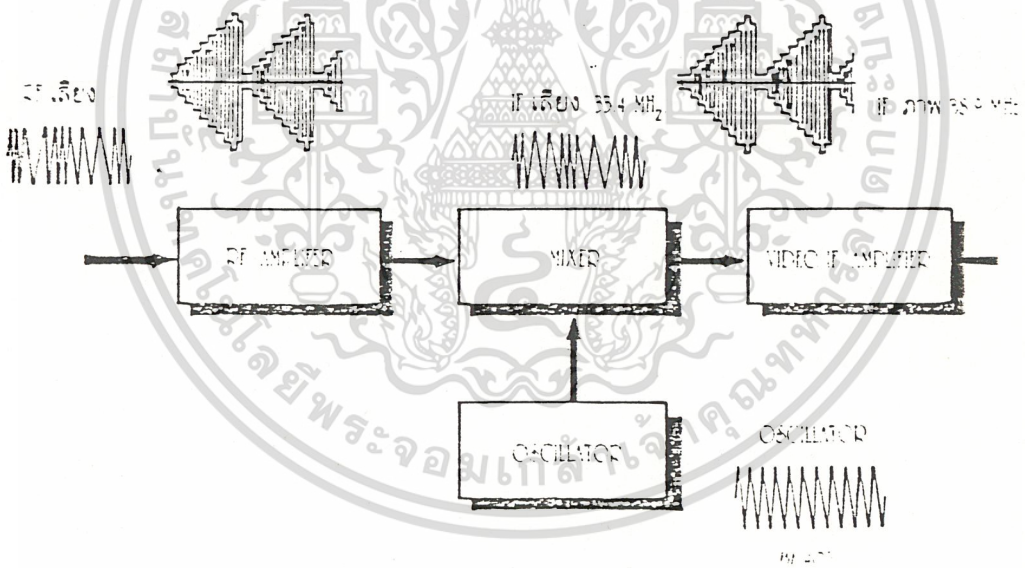

เส้นโค้งผลตอบสนองความถี่ของภาค IF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ภาคออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) จะทำหน้าที่เปลี่ยนความถี่ RF จากสายอากาศให้เป็นความถี่ IF ค่าตายตัวค่าหนึ่ง โดยออสซิลเลเตอร์จะผลิตความถี่ที่สัมพันธ์กับวงจรจูนเนอร์เพื่อเอาความถี่ที่ผลิตขึ้นนี้ไปบีท (Beat) กับความถี่ที่จูนเนอร์เลือกเข้ามาจากภาคขยายความถี่วิทยุ โดยที่ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตขึ้นต้องสูงกว่าความถี่ที่รับเข้ามาเสมอ

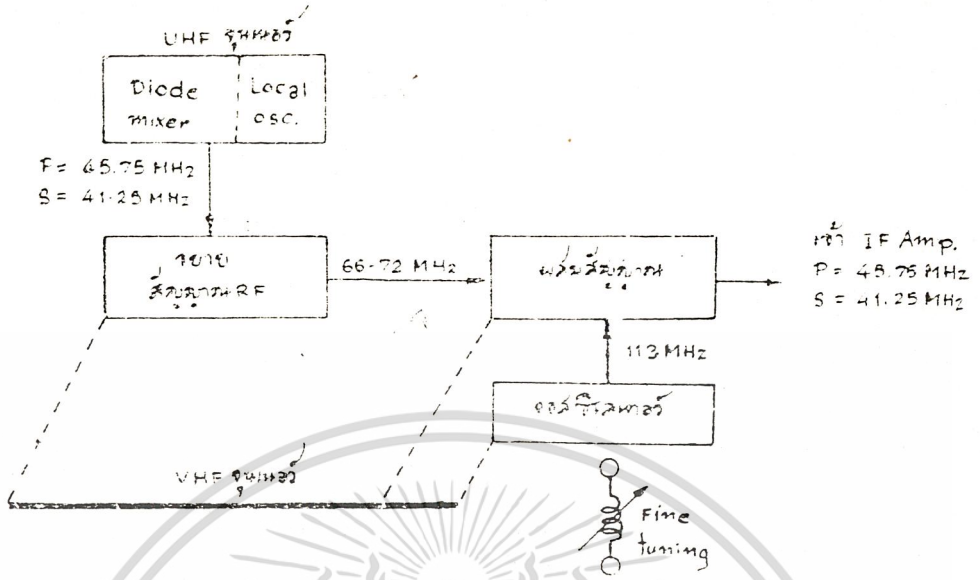
4. ภาคผสมสัญญาณหรือภาคมิกเซอร์ (Mixer) จะกรองเอาเฉพาะความถี่ผลต่าง (IF frequency) ที่ได้จากการบีทซึ่งจะได้สัญญาณ IF อยู่ที่ 33.4 MHz สัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปยังภาค IF รวม ตามรูป




แสดงการทำงานของวงจรอาร์เอฟ แอมปลิฟาย,มิกเซอร์ และออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033251




บล็อกไดอะแกรมของภาคจูนเนอร์

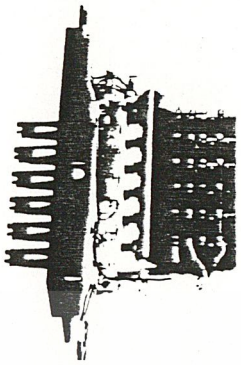
**การทำงานของภาคจูนเนอร์ หรือ ภาครับส่วนหน้า**

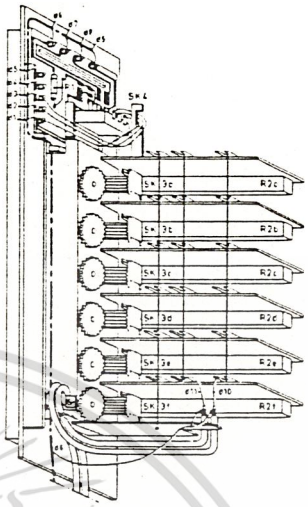
จากรูปบล็อกไดอะแกรมของภาคจูนเนอร์ เป็นการรับส่งสัญญาณของช่อง 4 ซึ่งมีความถี่จาก 66-72 MHz และถูกขยายโดยภาค RF ซึ่งต่อไปยังวงจรผสม ความถี่ RF จะรวมกับความถี่ออสซิเลเตอร์และผลที่ได้ออกมาเป็นความถี่ IF ความถี่ออสซิเลเตอร์หนึ่งความถี่จะบีทกับความถี่พาหะ 2 ความถี่คือ ความถี่พาหะภาพและพาหะเสียง เมื่อเปลี่ยนช่องไปความถี่ออสซิเลเตอร์จะเปลี่ยนไปด้วย ภาคผสมความถี่และออสซิเลเตอร์ซึ่งรวมกันเรียกว่า ภาคเปลี่ยนความถี่ (Frequency converter) ปกติจะอยู่ในหลอดเดียวกัน

**2.6.2 ภาค IF รวม(common IF) หรือ ภาค Video IF Amplifier**

ภาค IF รวม จะรับสัญญาณ IF ซึ่งเป็นผลจากการบีตในภาคจูนเนอร์ มาขยายคุณสมบัติทางความถี่ของภาค IF รวมนี้ขยายสัญญาณเสียงด้วยแต่ไม่มากนัก จะขยายสัญญาณภาพมากกว่าจึงเรียกภาคนี้ว่า วงจรขยายสัญญาณภาพความถี่ปานกลาง (Video IF Amp)

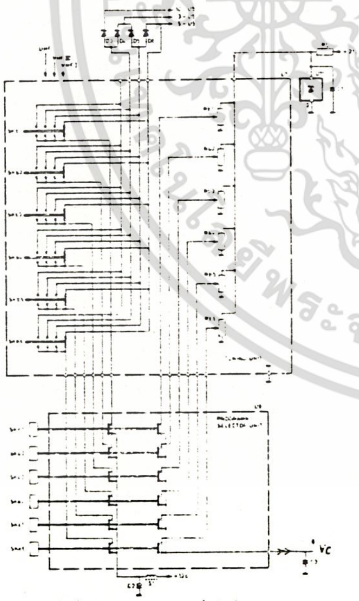
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



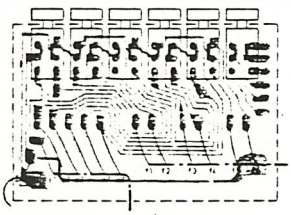


(ก)ตัวอย่างจริงของชุด ปุ่มกดเลือกช่อง
แบนด์ และตัวต้านทานปรับค่าได้

(ข)รูปลายเส้นจากรูป (ก)



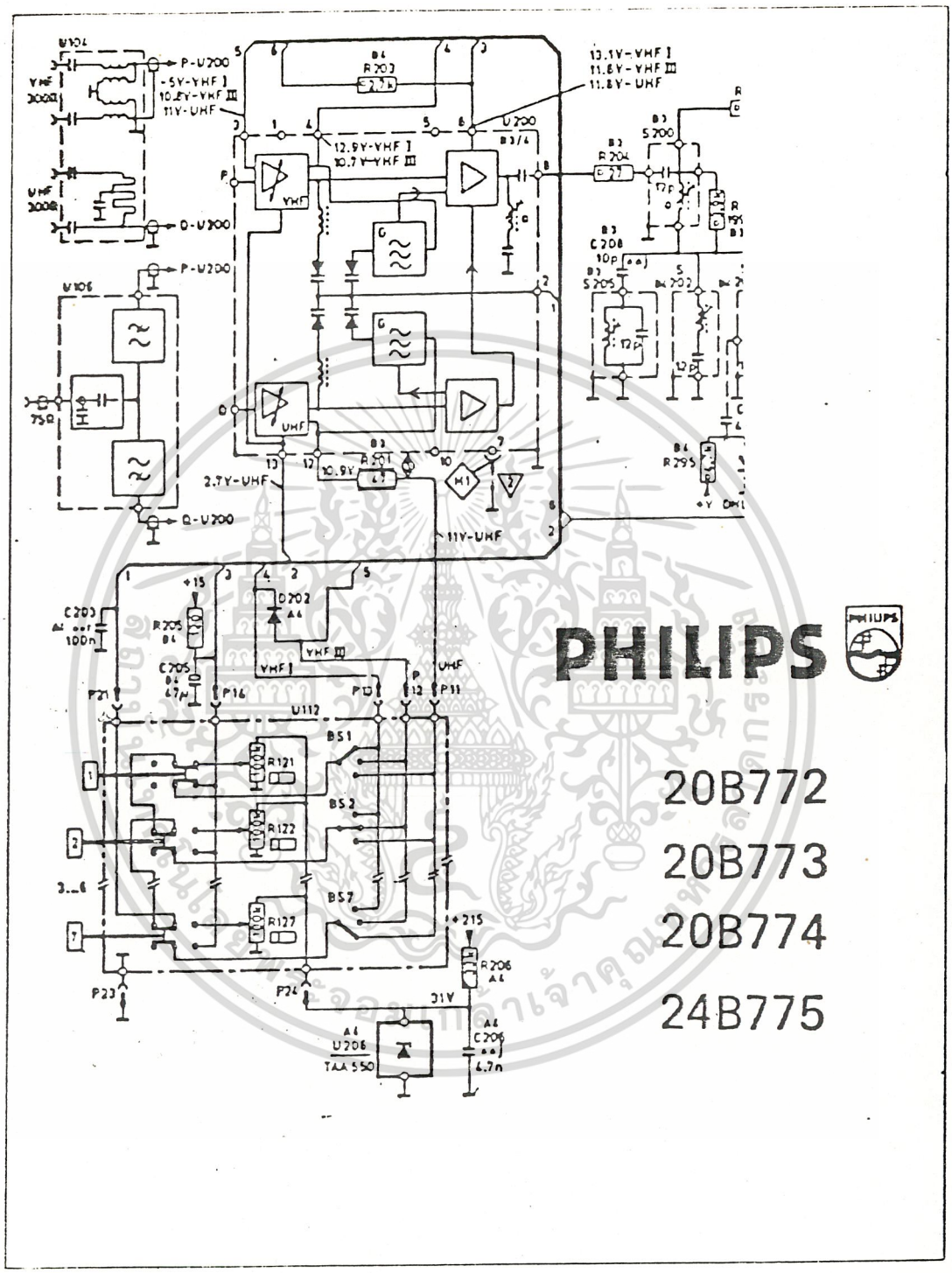
(ง)1/6 ของจุดตัวต้านทานปรับค่าได้



(ค)วงจรของรูป (ข)

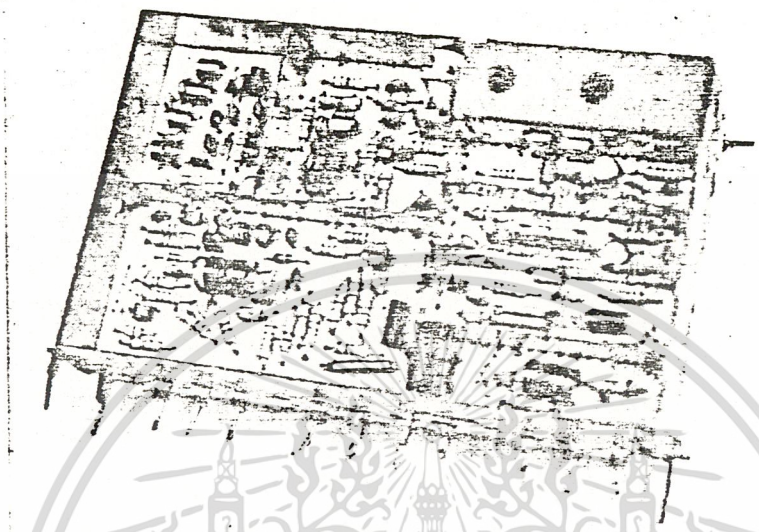
(จ)วงจรพิมพ์ของรูป(ข)

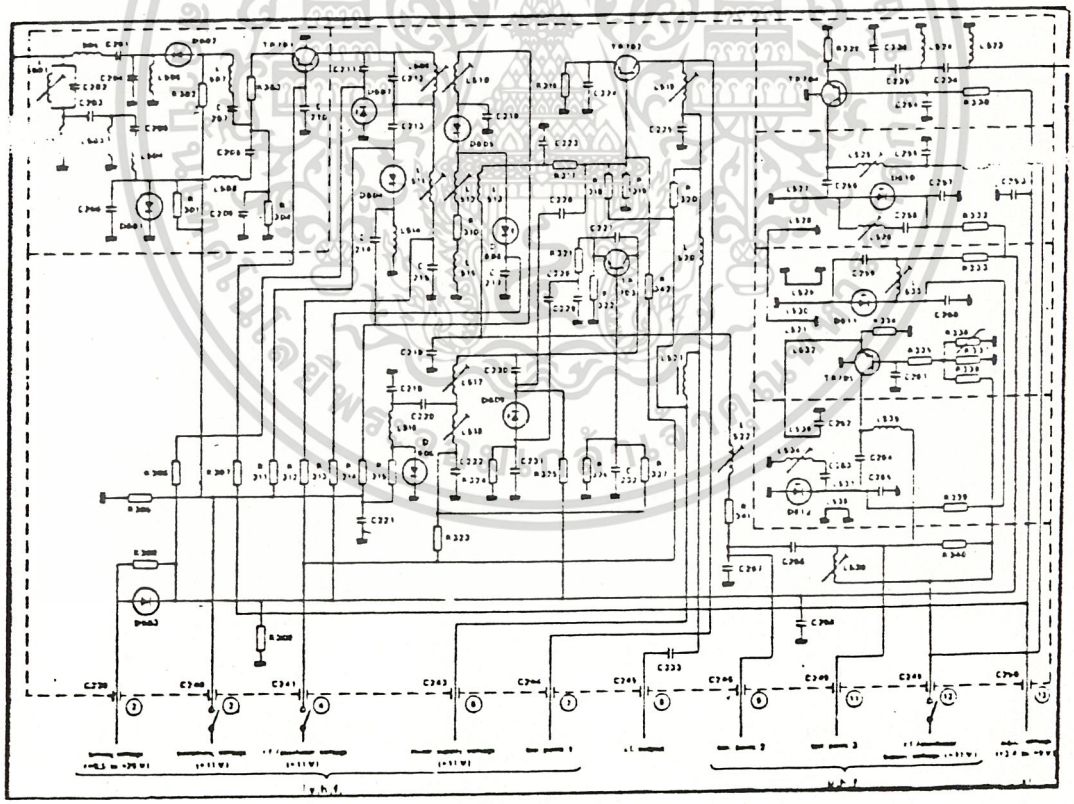
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




วงจรระบบกดปุ่มทีวีขาวดำฟิลิปส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





วงจรอิเลคทรอนิกส์จูนเนอร์ ELC 2004 ของฟิลิปส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

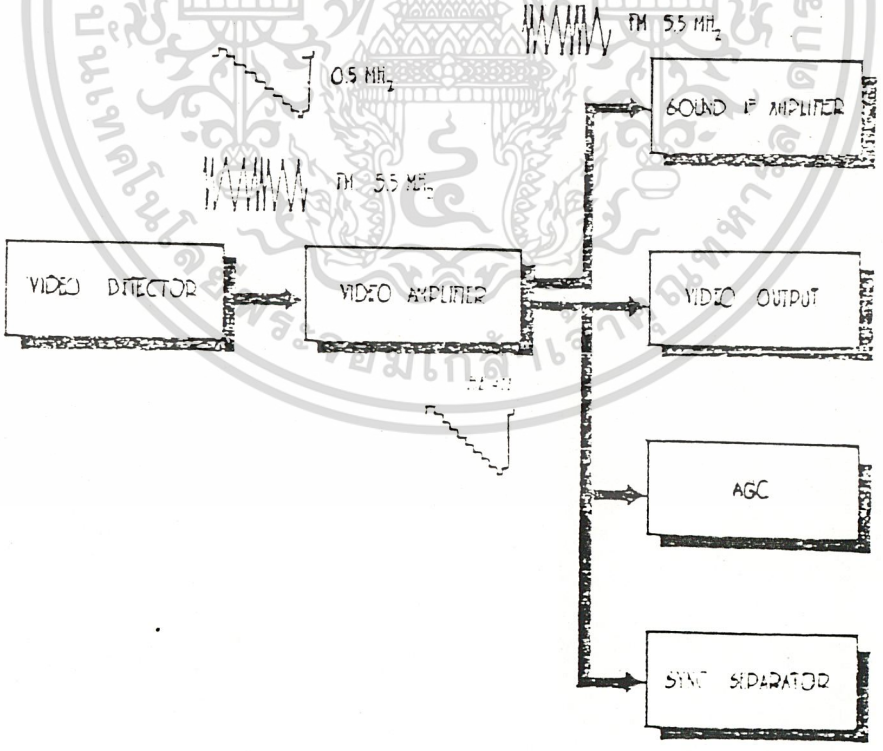
## 2.6.3 ภาคขยายสัญญาณภาพหรือวิดีโอ แอมปลิฟาย (Video Amplifier)

จะทำหน้าที่รับเอาสัญญาณภาพที่ขจัดคลื่นแคเรียร์แล้ว และสัญญาณเสียงที่ยังไม่ได้ผ่านการขจัดคลื่นพาห์ เข้ามาทำการขยายทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง เพื่อให้มีความแรงของสัญญาณมากยิ่งขึ้น แล้วจะนำเอาสัญญาณที่ได้จากการขยายทั้งภาพและเสียงแยกส่งให้ภาคต่าง ๆ ดังนี้

1 แยกเอาเฉพาะสัญญาณเสียงซึ่งเป็นความถี่ IF อยู่ในช่วง 5.5 MHz ส่งให้แก่วงจรขยายความถี่ปานกลางของภาคเสียงต่อไป

2 แยกเอาเฉพาะสัญญาณภาพ ซึ่งมีความถี่อยู่ในช่วง 0-5 MHz ส่งให้แก่ ภาควิดีโอเอาท์พุต (Video output) ทำการขยายเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อออกสู่หลอดภาพ

3 แยกเอาเฉพาะสัญญาณภาพ ส่งให้แก่วงจรแยกสัญญาณซิงโครไนซ์ (Synchron-ize Separator) แยกเอาเฉพาะสัญญาณซิงโครไนซ์ เพื่อนำไปควบคุมการสร้างความถี่สแกนภาพทั้งทางด้านแนวตั้ง และแนวนอน




แสดงวิธีการของวิดีโอ แอมปลิฟาย

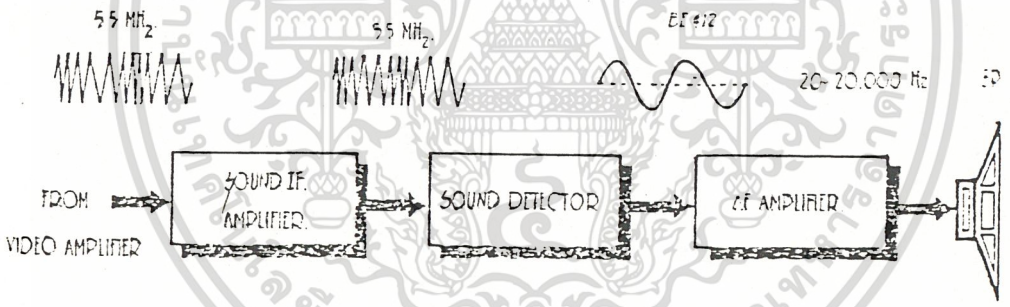
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6.4 วงจรด้านสัญญาณเสียง (Sound Section)

1 ภาคขยายความถี่ปานกลางของเสียง(Sound IF. Amplifier) จะทำหน้าที่รับเอาเฉพาะลักษณะความถี่ปานกลางของเสียง หรือ IF ของเสียงที่มีความถี่ 5.5 MHz เพื่อขยายให้แรงขึ้น เพื่อส่งไปยังวงจรดีเทคเตอร์ต่อไป

2 ภาคซาวด์ดีเทคเตอร์ (Sound Detector) ทำหน้าที่แยกเอาสัญญาณคลื่นแคเรียร์ออกจากสัญญาณความถี่ IF 5.5 MHz เพื่อนำเอาสัญญาณเสียงความถี่ 20 - 20,000 Hz ส่งให้ภาคขยายเสียงต่อไป

3 ภาคขยายเสียง (Audio Frequency Amplifier) จะรับเอาสัญญาณเสียงที่ออกมาจากระบบ FM detector เข้ามาขยายให้แรงขึ้นเพียงพอแก่การรับฟังก่อนส่งพลังงานเสียงให้กับลำโพง



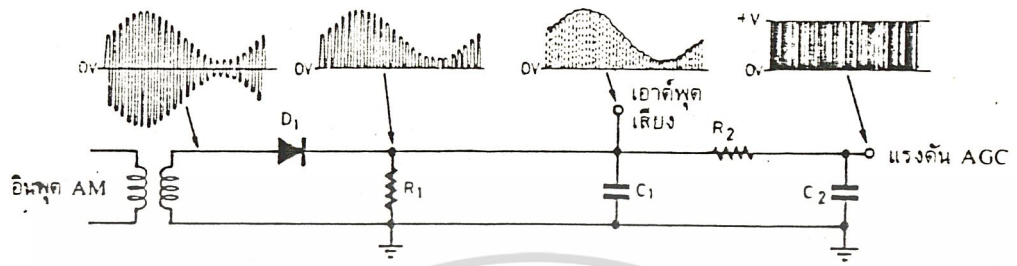

แสดงส่วนของวงจรทางด้านเสียง

## 2.6.5 การควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Control)

ในการจูนรับสัญญาณปกติจะรับสัญญาณจากบางสถานีได้อ่อน บางสถานีได้แรง การที่ระดับสัญญาณที่รับได้เปลี่ยนแปลงเช่นนี้ทำให้วงจรทำงานผิดพลาด ดังนั้นต้องควบคุมอัตราขยายสัญญาณมิให้ขยายมากในกรณีที่รับสัญญาณแรงและขยายเต็มที่เมื่อรับสัญญาณอ่อน

ด้วยเหตุนี้เอาต์พุตก่อนป้อนให้วงจรดีเทกเตอร์ จะมีระดับสัญญาณประมาณเท่ากันทั้งในกรณีรับสัญญาณแรงและรับสัญญาณอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




วงจรกำเนิดแรงดัน AGC อย่างง่าย

## 2.7 เครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮตเทอโรดายน์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทำงานของส่วนต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นมาประกอบกัน เพื่ออธิบายการทำงาน

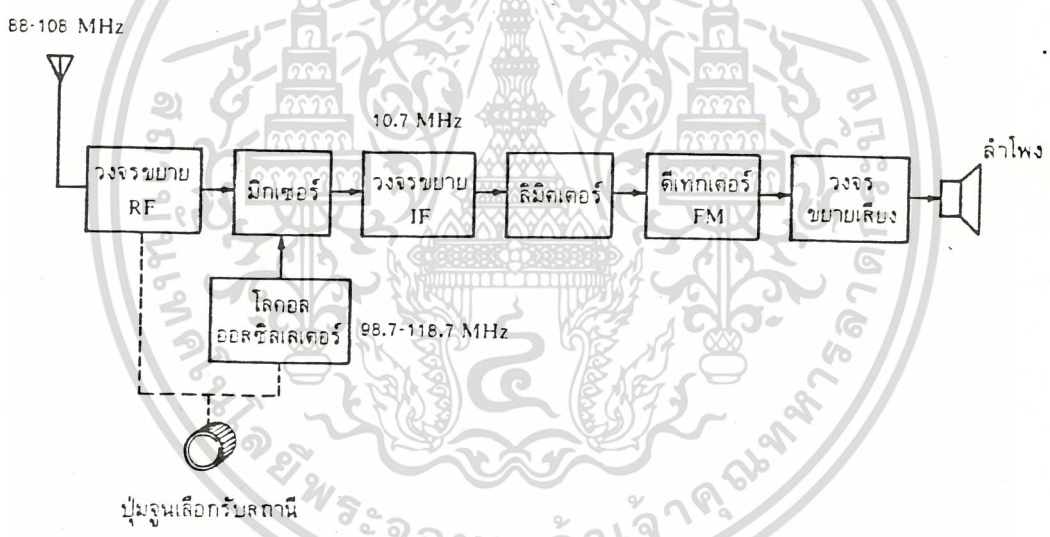
จากรูป วงจร RF จะเป็นส่วนที่ต่อระหว่างสายอากาศกับดีเทคเตอร์ เพื่อเลือกรับสัญญาณที่ต้องการ โดยการจูนความถี่ RF สมมติว่านำดีเทกเตอร์ต่อกับสายอากาศโดยตรง สัญญาณที่ผ่านการดีมอดจะผสมกันยุ่งไปหมด วงจร RF ในรูปนี้จะให้อัตราขยายพอสมควร และแบนด์วิดท์พอเหมาะ โดยเน้นออกแบบวงจรภาคต่อจากวงจรขยาย RF ให้มีอัตราขยายสูง ๆ และมีค่าซีเลกติวิตี้ดี

*ซีเลกติวิตี้ (delectiviry) เป็นการวัดความสามารถในการเลือกรับสัญญาณที่ต้องการ และกำจัดสัญญาณอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ*

วงจรสำคัญในเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮตเทอโรดายน์ คือวงจรโลคอลออสซิเลเตอร์ (Local oscillator) และวงจรมิกเซอร์ (Mixer) สัญญาณ RF จากสายอากาศถูกแปลงความถี่ลงเป็นความถี่ IF ค่าตายตัวค่าหนึ่ง โดยทั่วไปนิยมใช้ค่า IF เท่ากับ 10.7 MHz วิธีการแปลงความถี่ในวงจรมิกเซอร์เกิดขึ้นจากการผสมคลื่น RF กับความถี่ออสซิลเลเตอร์ซึ่งมีความถี่ห่างจากความถี่ RF เท่ากับ 10.7 MHz พอดี ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ควรสูงกว่าความถี่ RF เช่น สมมติต้องการรับสัญญาณ 100 MHz วงจรขยาย RF จะถูกจูนไว้ที่ความถี่ 100 MHz ผ่านเข้ามาแล้วขยายป้อนให้มิกเซอร์ การหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกบิดหน้าปัดนั้นจะจูนวงจรขยาย RF แล้วยังจูนวงจรโลคอลออสซิเลเตอร์ไปพร้อม ๆ กัน ความถี่ของออสซิเลเตอร์ต้องเท่ากับ 100 MHz + 10.7 MHz = 110.7 MHz เมื่อผ่านกรรมวิธีเฮ็ตเทอร์โรดายน์ในวงจรมิกเซอร์ ผลต่างความถี่จะปรากฏที่อินพุตของวงจรขยาย IF เท่ากับ 110.7 MHz - 100 MHz =10.7 MHz วงจรขยาย IF คือวงจรขยาย RF ที่จูนความถี่ ค่าคงที่ (10.7 MHz)เพราะฉะนั้นขณะนี้ความถี่ IF เป็น 10.7 MHz เมื่อผ่านการขยายจากวงจรขยาย IF แล้วก็จะผ่านการดีมอดที่วงจรดีเทคเตอร์ แรงดัน AGC ที่ได้จากการดีเทก ถูกป้อนไปยังวงจรขยาย IF และวงจร RF เพื่อเป็นแรงดันไบแอสควบคุมอัตราขยาย




แผงเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 ส่วนแสดงสัญญาณภาพ (Monitor)

ในปัจจุบันจอภาพที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานเพื่อแสดงสัญญาณภาพ มีทั้งชนิดที่ทำมาจากสุญญากาศ CRT (cathode ray tube) และทำมาจากโซลิตสเตต LCD (liquid crystal displays) แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. จอภาพ CRT ฉาบสารฟอสเฟอร์ชนิดเรืองแสงได้ไม่นาน (short peristance phosphor CRT) จะเรืองแสงได้นานประมาณ 20 มิลลิวินาทีขึ้นไป

2. จอภาพ CRT ฉาบสารฟอสเฟอร์ชนิดเรืองแสงได้นาน (long peristance phosphor CRT) จะเรืองแสงได้นานประมาณ 1 วินาทีขึ้นไป

3. จอภาพ LCD (LCD screen) เป็นจอภาพที่ทำมาจาก คริสตอลเหลวจอจะประกอบด้วยจุดแสดงผลต่อแบบแมททริกซ์ (dot matrix)

### 2.8.1 หลอด CRT สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. แบ่งตามจำนวนลำแสงอิเล็กตรอนภายในหลอด คือ
   - 1.1 ลำแสงเดี่ยว (single beam)
   - 1.2 ลำแสงคู่ (dual beam)
   - 1.3 หลายลำแสง (mulit beam)
2. แบ่งตามการบ่ายเบนของลำแสงอิเล็กตรอน คือ
   - 2.1 ควบคุมการบ่ายเบนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (electro magnetic deflection)
   - 2.2 ควบคุมการบ่ายเบนโดยใช้สนามไฟฟ้าสถิต (electro static deflection)
3. แบ่งตามวิธีการเร่งความเร็วของลำแสงอิเล็กตรอน คือ
   - 3.1 ตัวเร่งความเร็วเดี่ยว (mono accelerator)
   - 3.2 ตัวเร่งความเร็วหลัง (post accelerator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8.2 โครงสร้างภายในของ CRT

จากรูปแสดงโครงสร้างภายในของ CRT ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆตามหมายเลขดังนี้

หมายเลข 1 ตำหนิของฐานหลอด (key)

หมายเลข 2 ขาหลอด (pins)

หมายเลข 3 ฐานหลอด (base)

หมายเลข 4 ไส้หลอด-แคโทด (heater-cathode)

หมายเลข 5 คอนโทรลกริด (control grid)

หมายเลข 6 แอโนดเร่งความเร็วตัวหน้า (preaccelerating anode)

หมายเลข 7 แอโนดปรับโฟกัส (focusing anode)

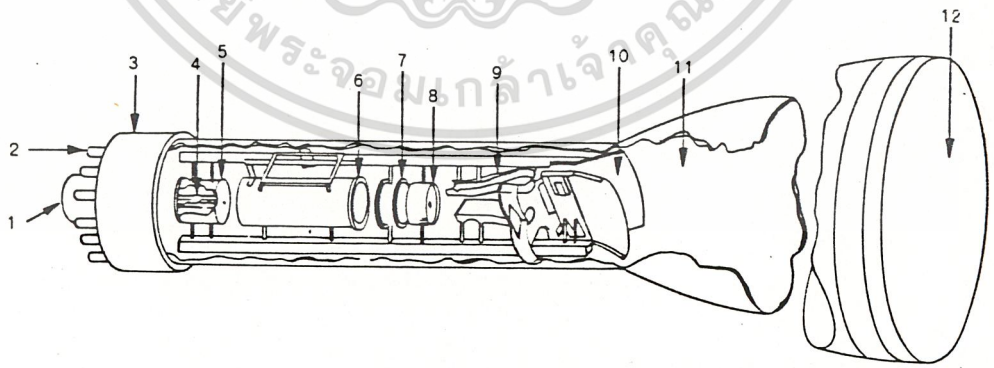
หมายเลข 8 แอโนดเร่งงความเร็วตัวหลัง (accelerating anode)

หมายเลข 9 แผ่นเพลตควบคุมการบ่ายเบนแนวตั้ง (vertical deflecton plates)

หมายเลข 10 แผ่นเพลตควบคุมการบ่ายเบนแนวนอน (horizontal deflection plates)

หมายเลข 11 ภายในหลอดเคลือบสารตัวนำ (internal conductive coating)

หมายเลข 12 จอภาพเรืองแสง (fluorescent screen)




โครงสร้างภายในของ CRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ส่วนประกอบที่สำคัญตามหน้าที่ของ CRT

1. ส่วนปืนอิเล็กตรอน (electrom gun) ทำหน้าที่ผลิตลำอิเล็กตรอนเพื่อส่งไปจอภาพ ประกอบด้วยไส้หลอด-แคโทด (หมายเลข 4) และคอนโทรลกริด (หมายเลข 5)

2. ส่วนปรับลำอิเล็กตรอนให้เรียวเล็ก (focus electrode) ทำหน้าที่ปรับลำอิเลคตรอนให้เรียวเล็ก ตกกระทบบนจอภาพคมชัดที่สุด ประกอบด้วยแอโนดปรับโฟกัส (หมายเลข 7)

3. ส่วนเร่งความเร็วให้ลำอิเลคตรอน (accelerating electrode) ทำหน้าที่เร่งความเร็วให้ลำอิเล็กตรอนวิ่งเคลื่อนที่ไปยังจอภาพได้เร็วขึ้น ประกอบด้วยแอโนดเร่งความเร็วตัวหน้า (หมายเลข 6) และแอโนดเร่งความเร็วตัวหลัง (หมายเลข 8)

4. ส่วนหักเหแนวนอนและแนวตั้ง (horizontal & vertical deflection electrode) ทำหน้าที่ควบคุมลำอิเล็กตรอนที่จะไปกระทบจอภาพ ให้เกิดการบ่ายเบนไปทางซ้ายหรือขวา ขึ้นบนหรือลงล่าง เกิดภาพสัญญาณบนจอภาพ ประกอบด้วยแผ่นเพลตควบคุมการบ่ายเบนแนวตั้ง (หมายเลข 9) และแผ่นเพลตควบคุมการบ่ายเบนแนวนอน (หมายเลข 10) มีอย่างละ 2 แผ่น

5. ส่วนจอภาพ (screen) มีหน้าที่ทำให้เกิดภาพเรืองแสงขึ้นบนจอภาพ โดยจอภาพด้านในจะถูกเคลือบด้วยสารฟอสเฟอร์ ฟอสเฟอร์นี้จะเกิดการเรืองแสงขึ้นมาเมื่อมีลำอิ-เลคตรอนมากระทบ

2.8.4 การจ่ายไฟให้กับ CRT

แหล่งจ่ายไฟที่จ่ายไฟแรงดันสูงจะแตกต่างกันไปตามการใช้งาน และหน้าที่ของ CRT ในออสซิลโลสโคปจะใช้แรงดันสูงประมาณ 2-3 กิโลโวลต์ ส่วนในเครื่องรับโทรทัศน์จะใช้แรงดันไฟสูงประมาณ 15-30 กิโลโวลต์

แหล่งจ่ายไฟที่ใช้จะประกอบด้วยหม้อแปลง และ วงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่นหรือเต็มคลื่น วงจรฟิลเตอร์ โหลดความต้านทาน และวงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ แรงดันที่ใช้ทั้งหมดมีทั้งแรงดันไฟต่ำและแรงดันไฟสูง แต่ละส่วนจะกินกระแสแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสเฟอร์เป็นสารที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้นบนจอภาพ โดยจะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงสว่าง เมื่อฟอสเฟอร์ถูกชนด้วยลำอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงจะเกิดการเรืองแสงขึ้น ถึงแม้จะหยุดจ่ายลำอิเล็กตรอน ฟอสเฟอร์นั้นก็ยังคงเกิดเรืองแสงอีกชั่วขณะ เพื่อป้องกันการกะพริบของรูปภาพที่เกิดบนจอภาพ

| เบอร์ฟอสเฟอร์ | สี | | เปรียบเทียบการส่องสว่าง | เวลาในการเรืองแสงลดลงถึง 0.1% (ms) | การนำไปใช้งาน |
|---|---|---|---|---|---|
| | ฟลูออเรสเซนส์ | ฟอสเฟอร์เรสเซนส์ | | | |
| $P_1$ | เหลือง – เขียว | เหลือง – เขียว | 50% | 95 | ทั่วไป สโคป เรดาร์ |
| $P_2$ | น้ำเงิน – เขียว | เหลือง – เขียว | 55% | 120 | สโคปความถี่ต่ำ – สูง |
| $P_4$ | ขาว | ขาว | 50% | 20 | โทรทัศน์ขาว – ดำ |
| $P_7$ | น้ำเงิน | เหลือง – เขียว | 35% | 1,500 | ความถี่ต่ำ เรดาร์ การแพทย์ |
| $P_{11}$ | ม่วง – น้ำเงิน | ม่วง – น้ำเงิน | 15% | 20 | เกี่ยวกับการถ่ายรูป |
| $P_{31}$ | เหลือง – เขียว | เหลือง – เขียว | 100% | 32 | ทั่วไป สโคป |

คุณสมบัติของฟอสเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## วงจรในการทดลอง

### รายละเอียดวงจร

ตัวเครื่องรับเสียงโทรทัศน์เป็นการจำลองส่วนฟร้อนท์เอ็นด์ (front end) ของโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไปซึ่งประกอบด้วยชิพ 3 ตัวของโมโตโรลา ได้แก่ ภาคขยายความถี่กลางของสัญ-ญาณภาพรวม ภาคขยายความถี่ป่านกลางของเสียงและส่วนดีเทคเตอร์ของเครื่องรับU1-MC1350 video IF amplifier: สามารถรับสัญญาณที่ออกจากจูนเนอร์ได้สูงสุด 45 MHz แล้วนำมาขยายด้วยเกน 40 เดซิเบล ซึ่งการขยายของสัญญาณจะมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับ การควบคุมของเอจีซีอีกทีหนึ่ง

เอาท์พุตของ U1 นั้นจะถูกเลือกโดยการปรับ R2 ,C3 และคอยล์ L1/L3 โดยมี C5 ทำหน้าที่คับปลิ้ง (coupling) สัญญาณเอาท์พุตของ U1 ให้กับ U2

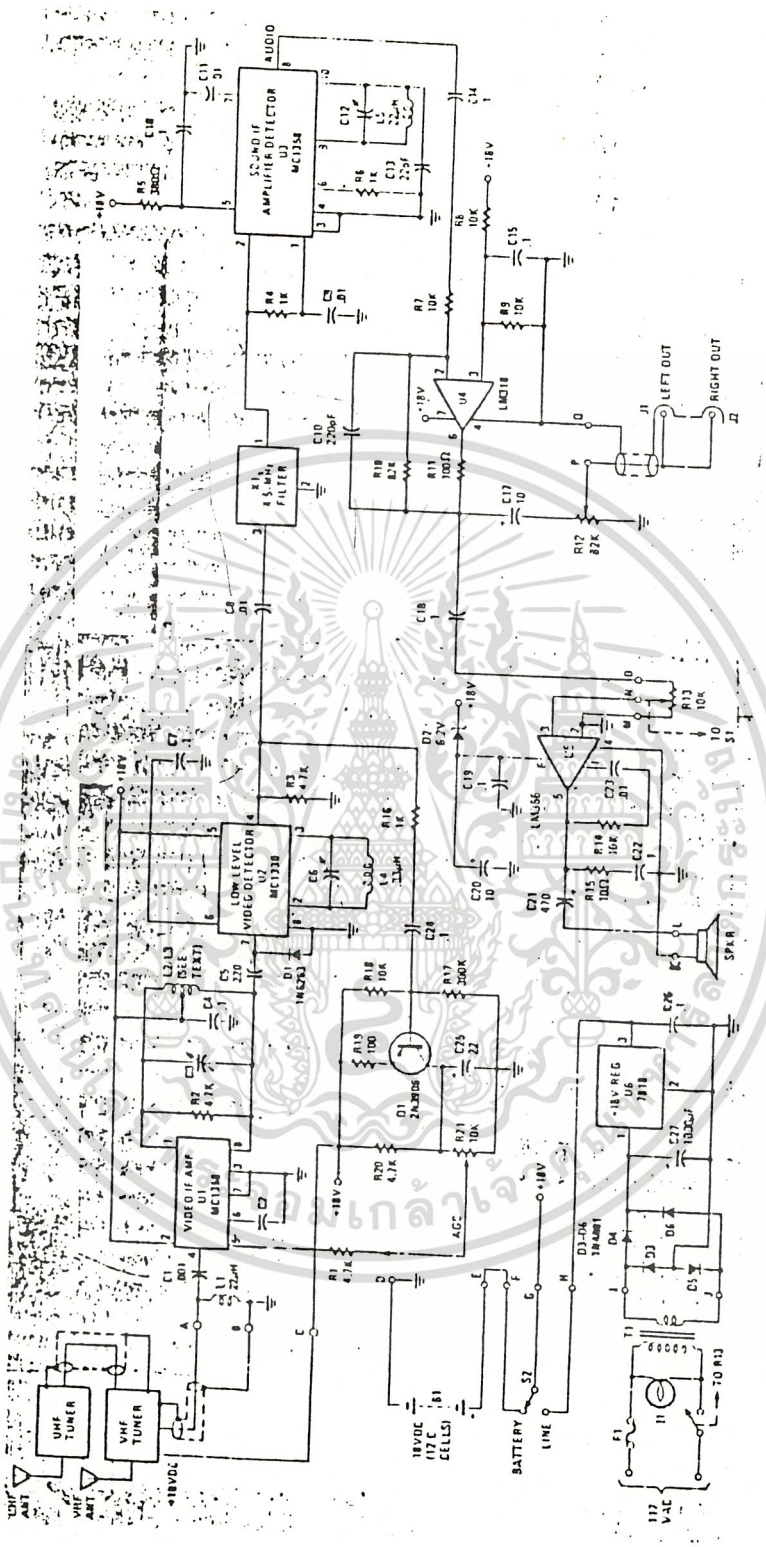
U2-mc1330 low-level video detector : ในขั้นนี้ความถี่คลื่นพาห์ภาพจะถูกจูนโดยการปรับ L4 และ C6 ซึ่งจะใช้ในการดีเทคสัญญาณภาพ ที่ส่งด้วยระบบเอเอ็มทำให้ความถี่ของภาพและเสียงต่ำลงมาอยู่ในช่วง 0-5.5 MHz โดยจะนำสัญญาณภาพซึ่งถูกดีเทคนี้ไปทำเป็นสัญญาณเอจีซี ในขั้นนี้สัญญาณเสียงจะไม่ถูกดีเทคเพราะว่าส่งในระบบเอฟเอ็ม

สัญญาณภาพที่ถูกดีเทคจะถูกส่งไปให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 เพื่อมาสร้างเป็นสัญญาณเอจีซีที่ใช้ในการควบคุมอัตราการขยายของ U1 ให้มีอัตราการขยายคงที่ โดยที่ถ้าสัญญาณเอจีซีเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการขยายของ U1 ลดลง หรือ ถ้าสัญญาณเอจีซีลดลงก็จะทำให้อัตราการขยายของ U1 เพิ่มขึ้น

X1 bandpass filter : เป็นฟิลเตอร์ที่มีค่าคิวสูง (high -Q)โดยจะทำการกรองเอาเฉพาะสัญญาณเสียงที่ความถี่ 5.5 MHz ออกไป

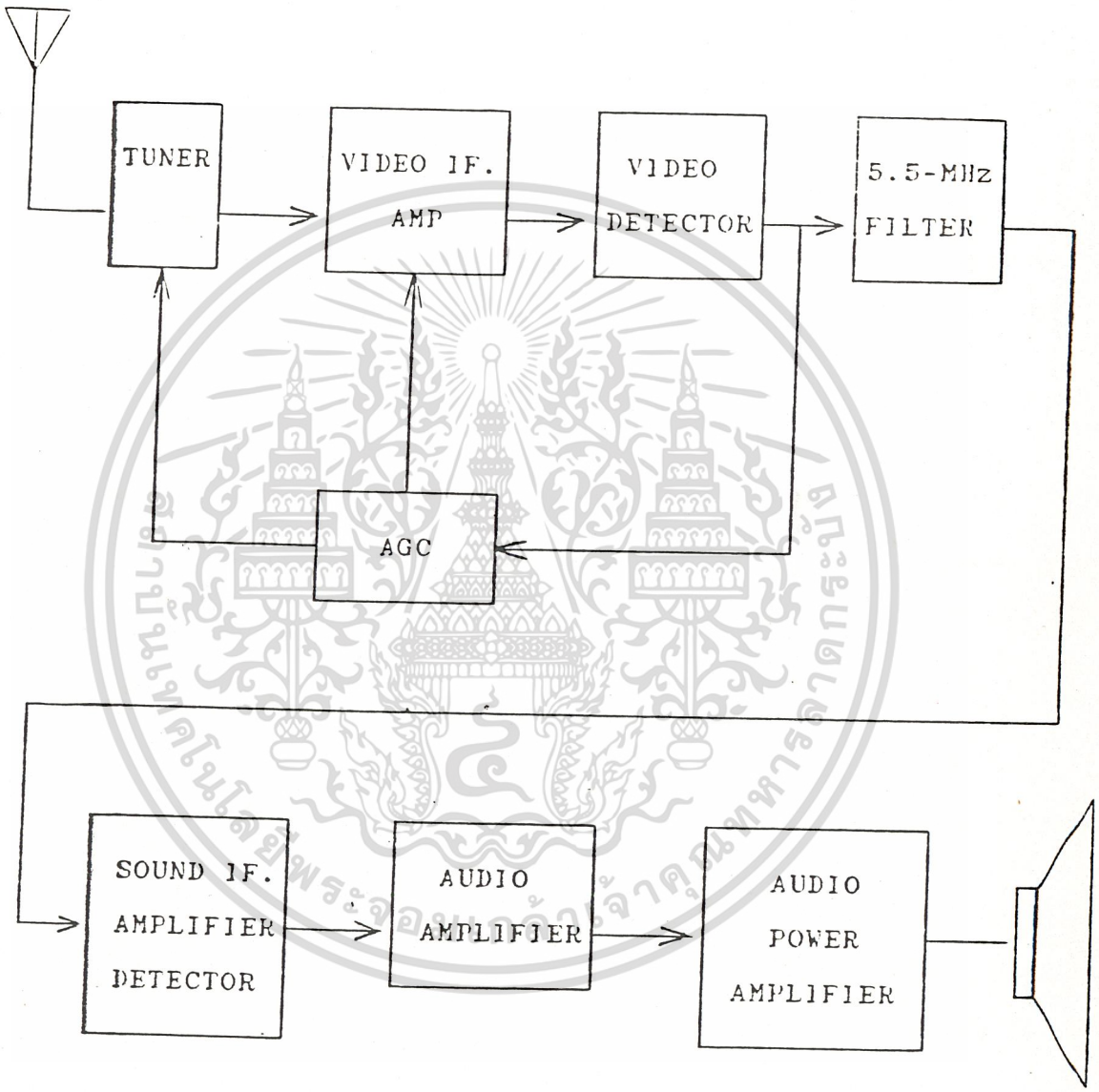
U3-MC1358 sound IF amplifier/detector: จะทำการขยายสัญญาณเสียง 5.5 MHz จากนั้นก็จะทำการดีเทคสัญญาณเสียงในระบบเอฟเอ็ม โดยการปรับ C12 และ L5 เพื่อให้ได้สัญญาณเสียงเดิม (audio signal) ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 1 แสดงวงจรของเครื่องรับเสียงโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับเสียงโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรในรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า การได้มาของสัญญาณเสียงเดิมนั้น เราจะทำการปรับแค่ 3 ตำแหน่งเท่านั้น ซึ่งได้แก่ C3 , C6 และ C12

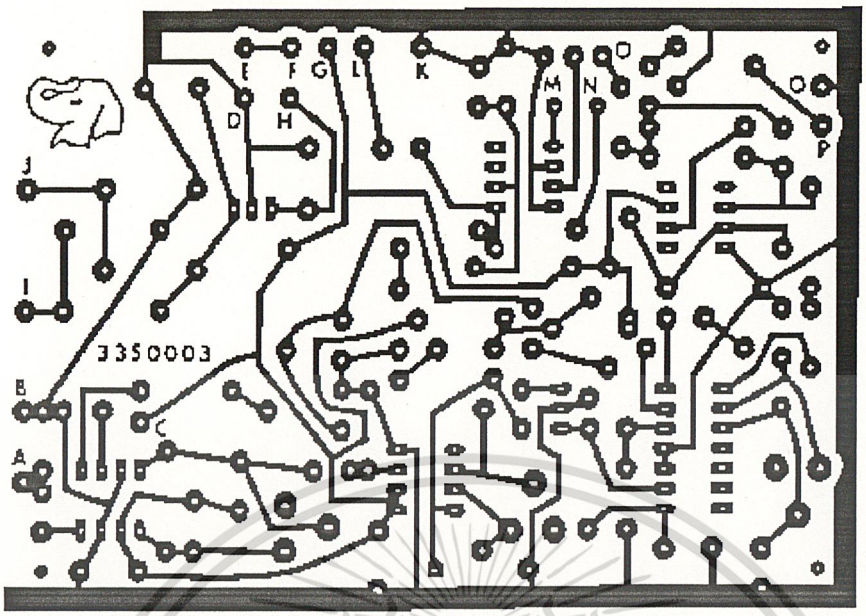
สัญญาณเดิมที่ได้นี้ สามารถนำไปขยายต่อ โดยผ่าน U4-LM318 operational amplifier เพื่อที่จะให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะใช้หูฟังได้ หรือ จะนำเอาท์พุตของ U4 ส่งให้กับ U5-audio power amplifier เพื่อที่จะขยายให้สัญญาณมีความแรงมากขึ้นพอที่จะใช้กับลำโพงได้

3.2 การหาภาคจูนเนอร์

วิธีที่จะได้จูนเนอร์มาแบบประหยัดที่สุดคือนำมาจากทีวีที่เสียแล้ว โดยไม่ว่าจะนำจูนเนอร์มาจากทีวีขาวดำหรือทีวีสี ก็จะให้ไอเอฟเอาท์พุตของจูนเนอร์ที่เหมือนกัน สิ่งที่ควรระวังอีกอย่างหนึ่งคือไม่ควรใช้จูนเนอร์ชนิดหลอด เพราะว่าต้องใช้โวลเตจในการให้จูนเนอร์ทำงานสูงมาก ถ้าเป็นไปได้ควรจะวัดโวลเตจที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ก่อนที่จะนำจูนเนอร์ออกมาจากโทรทัศน์ ถ้าโทรทัศน์ยังพอทำงานได้ ให้หมุนจูนเนอร์ไปที่สถานีโทรทัศน์ที่รับได้ดีที่สุดจากนั้นให้ปรับให้ได้ภาพและเสียงที่ดีที่สุด เมื่อปรับได้แล้วอย่าทำการเปลี่ยนแปลงจากนี้ แล้วทำการนำจูนเนอร์ออกมาใช้งาน

สำหรับเทอมที่ 2 ได้ทำการพัฒนาเพิ่มขึ้นโดยเปลี่ยนจากจูนเนอร์แบบหมุน เป็นจูนเนอร์แบบกดปุ่ม ซึ่งสามารถหาซื้อจูนเนอร์แบบกดปุ่ม ได้ที่บ้านหม้อโดยถอดออกจากทีวีเครื่องเก่า ซึ่งวงจรที่ของจูนเนอร์แบบกดปุ่มมีความยุ่งยากซับซ้อนกว่าจูนเนอร์แบบหมุนมาก อีกทั้งยังมีราคาแพงกว่าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

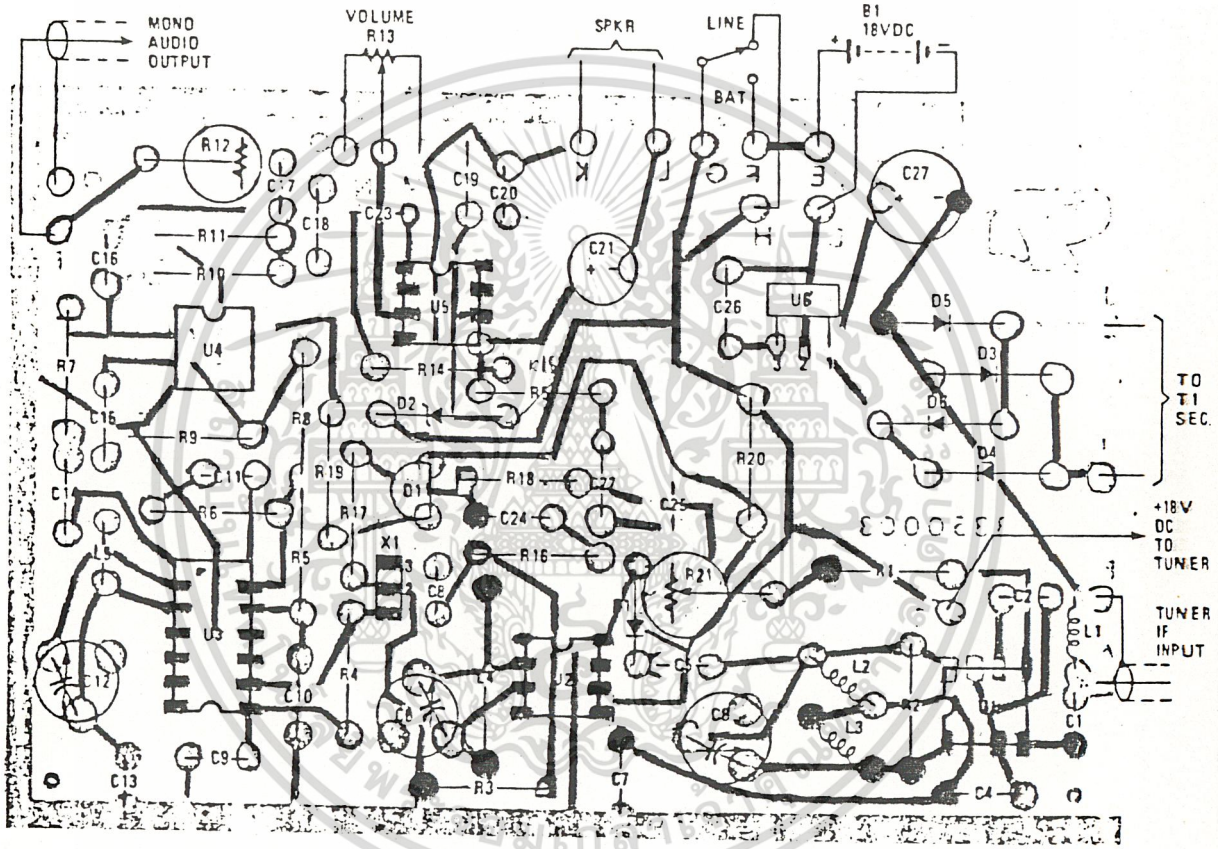



ลายวงจร IF SOUND TV ขนาด 3x4.25 นิ้ว

## 3.3 โครงสร้างของชิ้นงาน

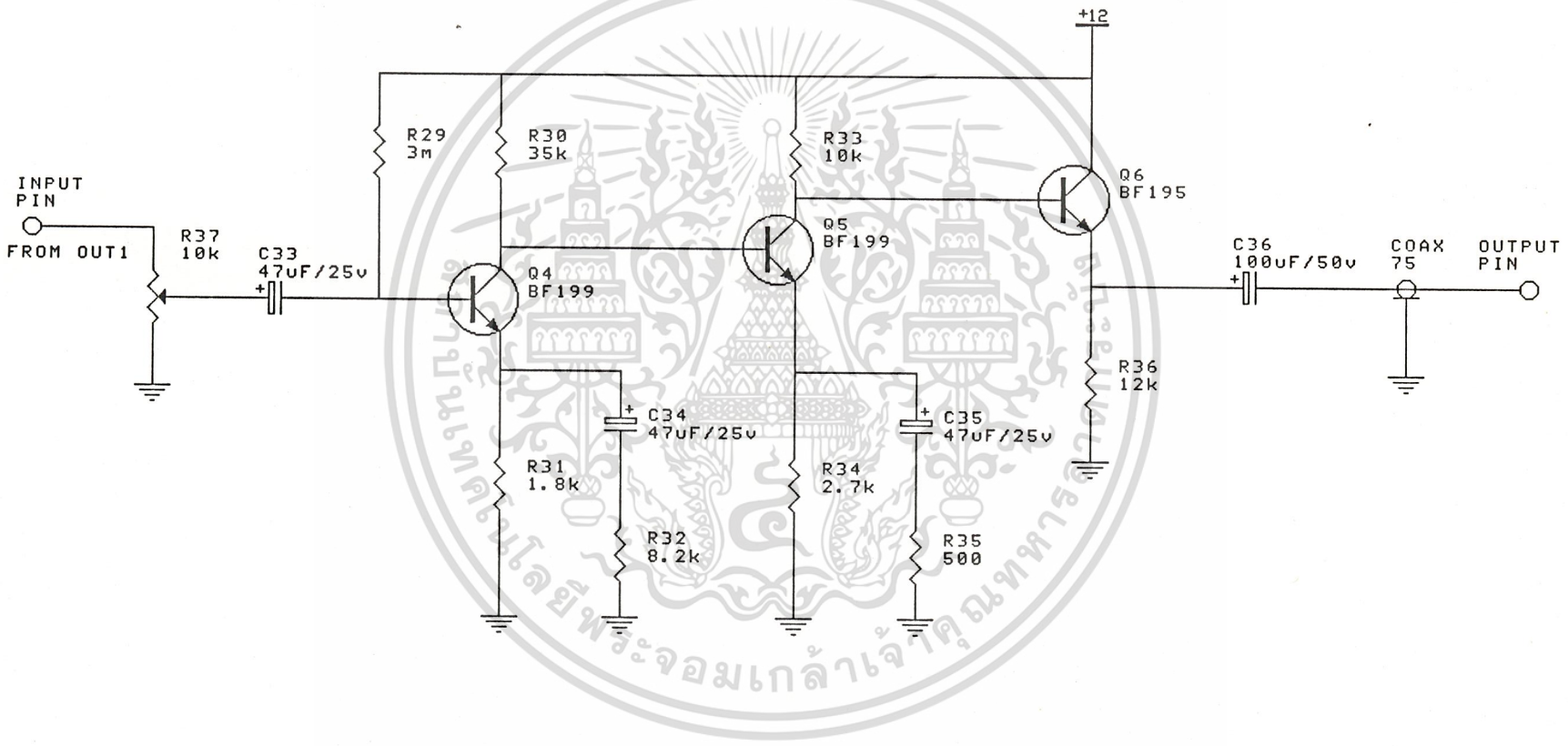
ลายวงจรบนแผ่นปริ๊นท์ขนาดเท่าของจริงแสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

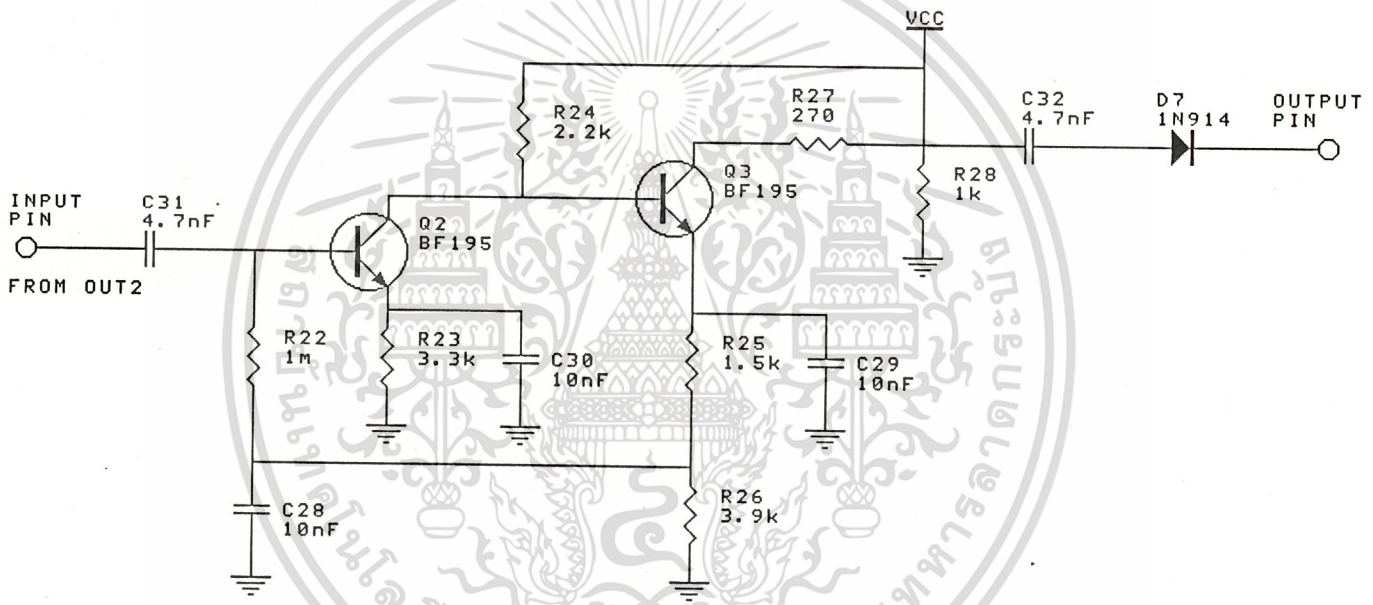



แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแผ่นปริ๊นท์

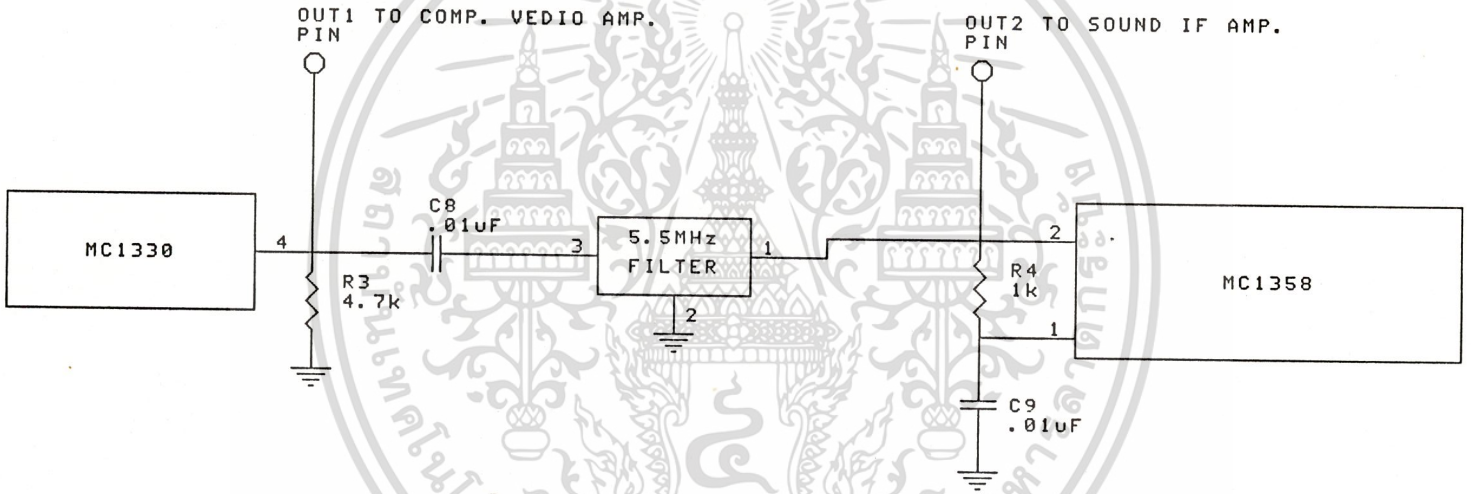
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




Composite Vedio Amp.


VCC
R24
2.2k
R27
270
C32
4.7nF
D7
1N914
OUTPUT
PIN
Q3
BF195
R28
1k
INPUT
PIN
C31
4.7nF
Q2
BF195
FROM OUT2
R22
1m
R23
3.3k
C30
10nF
R25
1.5k
C29
10nF
C28
10nF
R26
3.9k

Sound IF Amp.


OUT1 TO COMP. VEDIO AMP.
PIN
OUT2 TO SOUND IF AMP.
PIN
MC1330
4
C8
.01uF
3
5.5MHz
FILTER
1
2
2
R3
4.7k
R4
1k
1
MC1358
C9
.01uF

จากรูป เป็นวงจรขยาย 25 เท่า มี Common emitter 2 ภาคขยายแบบ cascade เพื่อให้ได้เกน (gain) ตามต้องการ และใช้ 2 ภาคเพื่อให้เอาท์พุต (output) มี phase เหมือนอินพุต (input) จากนั้นจะป้อนให้แก่ Common Collector ภาคสุดท้าย ซึ่งมีคุณสมบัติที่ต้องการคือมี high input impedance และ low output impedance ทำให้ matching กับสาย coaxial cable ที่ต่อออกไปเข้าจอ CRT รุ่นเก่าของ Apple ส่วนอินพุตของวงจรนั้นมีค่า high impedance เพราะวงจรต่อขนานกับวงจรเดิม ต้องการเพียงแค่ Voltage ของ Composite Video ของวงจรเท่านั้น จึงพยายามทำให้อินพุตอิมพีแดนซ์(input impedance) มีค่า high ไว้ ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้จากสูตร

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

* สัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของคลื่น

จากสมการจะเห็นได้ว่า $Z_L$ มีค่ามากกว่า $Z_0$ มาก ๆ จะทำให้ $\Gamma$ มีค่าเข้าใกล้ 1 นั่นคือสัญญาณสะท้อนกลับหมด วงจรเก่าก็ไม่สูญเสียสัญญาณไป ส่วนทางด้านเอาท์พุตนั้นพยายามให้ $\Gamma$ มีค่าเข้าใกล้ 0 เพื่อให้สัญญาณผ่านไปยังสาย Coaxial ทั้งหมดไม่มีการสะท้อนกลับ ซึ่งก็จะเหมือนกันกับการ Desigh input impedance และ output impedance ของ Amplifier แต่ละภาคคือ $\Gamma$ จะมีค่าเข้าใกล้ 0 แต่การทำเช่นนี้จะทำให้ อัตราการขยายรวมของวงจรลดลงเนื่องจากสูตร

$$\text{gain drop factor} = \frac{R_{in2}}{R_{in2} + R_{out1}}$$

เมื่อ มีค่าเข้าใกล้ 0 นั่นคือ $R_{in2}$ มีค่าประมาณ $R_{out1}$

ดังนั้น gain drop factor มีค่าประมาณ 0.5

ทำให้ gain รวมของวงจรถูกลดลงครึ่งหนึ่ง ระหว่างแต่ละภาค

จากการ desigh ได้ให้ $A_{v1}$ (gain ของภาคขยาย $G_1$) = 20

$A_{v2}$ (gain ของภาคขยาย $G_2$) = 20

$A_{v3}$ (gain ของภาคขยาย $G_3$) = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการเชื่อมต่อระหว่างภาค

ระหว่าง input กับ $Q_1$ ได้ gain drop factor 1

$G_1$ กับ $G_2$ ได้ gain drop factor 0.5

$G_2$ กับ $G_3$ ได้ gain drop factor 0.5

$G_3$ กับ output ได้ gain drop factor 0.5

ดังนั้น gain รวมของวงจร $A_{v1}$ = 20*20*1*1*0.5*0.5*0.5 = 50

input impedance ที่วัดได้จากขา 4 ของ MC1330 = 0.2 V

ดังนั้น output ที่ได้ = 0.2*50 = 10 V

ที่ input ของวงจรมี VR เอาไว้คอยปรับค่าของสัญญาณที่เข้ามาเพื่อให้ได้output ตามที่จอ CRT ต้องการ

ทางด้านความถี่ Amplifier จะต้องขยายสัญญาณ 0 - 5 $MH_z$ จึงทำให้ต้องเลือกใช้ BF195, BF199 เพราะเป็น Transistor ย่านความถี่สูง และยังให้ gain ของแต่ละภาคมีค่าน้อย ๆ เพื่อไม่ทำให้ค่า Capacitor ในตัว Transistor มีค่ามาก อาจจะทำให้ความถี่สูงๆไม่สามารถขยายได้

สำหรับ $C_{33}$, $C_{36}$ เป็น C coupling กัน DC ของภาคอื่นไว้ และใช้ค่าสูง ๆ เพื่อให้ความถี่ต่ำ ๆ ผ่านได้ด้วย

สำหรับ $C_{34}$, $C_{35}$ เป็น C ที่ทำให้เกิด Partial bypass ทำให้เกนของ Amplifier มีค่าสูงขึ้นเพราะทำให้ $Z_i$ มีค่าน้อยลง แต่ไม่ทำให้กระแสที่ bias transistor เปลี่ยนไปมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## การทดลองและผลการทดลอง

1. ทำการต่ออุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณจากสถานีโทรทัศน์ลงบนแผ่นปริ๊นท์แล้วทดลองรับสัญญาณโทรทัศน์ช่องต่าง ๆ ปรากฏว่า สามารถที่จะรับฟังเสียงของสถานีโทรทัศน์ช่องต่าง ๆ ได้ดังนี้ (เมื่อใช้สายไฟธรรมดาเป็นสายอากาศยาว 1 เมตร โดยไม่มีการขยับสายอากาศ)

ผลปรากฏว่า

ช่อง 3 รับสัญญาณเสียงได้น้อยมาก มีเสียงรบกวนมากแต่เมื่อขยับสายอากาศสามารถรับสัญญาณได้ดีขึ้น

ช่อง 5 สัญญาณเสียงฟังได้ชัดเจน ไม่มีเสียงรบกวน

ช่อง 7 สัญญาณเสียงฟังได้ชัดเจน แต่มีเสียงรบกวนซ่าเล็กน้อย

ช่อง 9 สัญญาณเสียงฟังได้ชัดเจน ไม่มีเสียงรบกวน

ช่อง 11 สัญญาณเสียงฟังได้ชัดเจนมาก ไม่มีเสียงรบกวน

(หมายเหตุ สถานที่ทดลอง ห้อง PROJECT ชั้น 3 ตึกโทรฯ)

2. เมื่อนำชิ้นงานนี้ ไปทำการทดสอบคุณภาพของเสียง ในแต่ละสถานที่ปรากฏว่าคุณภาพของเสียงที่รับได้ของแต่ละสถานี อาจจะแตกต่างกันเนื่องจากสายอากาศที่แตกต่างกัน ,ทิศทางของสายอากาศ ,ระยะห่างระหว่างสถานีส่งกับเครื่องรับ

3. สัญญาณที่วัดได้ขณะใช้เครื่องในห้อง PROJECT จะมีขนาดของ Amplitude ไม่คงที่เพราะขึ้นอยู่กับสัญญาณเสียงของโทรทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

4. ออกแบบวงจร IF แล้วต่ออุปกรณ์ลงบนแผ่นปริ๊นท์ ทำการทดลองกับโครงงานเทอมที่แล้ว ผลการทดลองยังไม่เป็นที่พอใจ สาเหตุอันเนื่องมาจาก สายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างภาค IF Amp กับโครงงานเทอมที่แล้วยาวเกินไป ทำให้สัญญาณภาพเกิดการพร่าเพี้ยนอันเนื่องมาจากมีคลื่นอื่นเข้ามารบกวน เพราะฉะนั้นเวลาขยับสายจึงทำให้ Amplitude ของ IF Sound Signal เปลี่ยนแปลง และใช้ประโยชน์ไม่ได้ จึงต้องเพิ่มค่า input impedance โดยเปลี่ยนเป็นค่า ความต้านทาน 1 เมกะโอห์มเพื่อลด gain การขยายจึงทำให้เสถียรภาพของวงจรดีขึ้น สำหรับวงจรในส่วนหลังจะต้องใส่ความต้านทานเข้าไปเพื่อเพิ่ม load ให้กับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะแต่เดิมในวงจรไม่มีไฟเลี้ยง(Vcc)

5. สำหรับวงจรส่วนหน้าจะมีการเพิ่มทรานซิสเตอร์ เบอร์ BF159 เข้าไปเพิ่ม ใช้ในการดึงสัญญาณ IF Sound 5.5 MHz ออกมาจากสัญญาณภาพรวม แต่สัญญาณที่ได้มีการมี สัญญาณไฟ DC จึงต้องเพิ่ม Capacitor เพื่อเป็นการกันไฟ DC (Block DC) ไม่ให้เข้าไปใน อินพุท เนื่องมาจากว่าถ้านำสัญญาณเดิมที่มีไฟ DC ปนอยู่ด้วยไปขยาย จะทำให้สัญญาณยิ่งเพี้ยนหนัก เข้าไปอีก เพราะอย่างน้อยในสัญญาณ IF Sound ที่รับได้ก็มีสัญญาณรบกวนปนอยู่แล้ว (noise)

6. หลังจากผ่านวงจร IF Amp แล้วจะเพิ่มค่า capacitor อีกตัวหนึ่งที่ด้าน output เพื่อกั้นไฟ DC อีกครั้งแล้วจึงต่อ diode อีกตัวเพื่อ detect เอาเฉพาะคลื่น cycle บวกขนาด 0.2 V ออกมา

7. ศึกษาและทดลองจูนเนอร์แบบกดปุ่ม เพื่อแทนจูนเนอร์แบบหมุนที่ได้ทำในเทอม ที่แล้วได้ทำการทดลองบน Photo board เมื่อได้ทดลองกับโครงงานเทอมที่แล้ว ผลที่ได้นั้นกลับ กลายเป็นรับได้เพียงสัญญาณวิทยุ 97.5 MHz แทนที่จะเป็นสัญญาณโทรทัศน์ (IF Signal) และได้เมื่อทดลองต่อไป ผลปรากฏว่าเกิดมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งไหม้ ได้ทำการตรวจสอบหาจุดเสีย แต่เนื่องจากกล่องจูนเนอร์แบบกดปุ่มเป็นวงจรที่ซับซ้อนมาก และหาวงจรภายในกล่องจูนเนอร์ ไม่ได้ จึงทำให้ไม่สามารถหาจุดเสียได้เจอ ทำได้เพียงแต่ปรับปรุงวงจรที่ป้อนโวลต์เตจ เพราะ มีวงจร

8. จุดที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ คือ 1) ไม่สามารถทราบได้ว่าสัญญาณจากสาย 2 และสาย 6 นั้นมาจากไหนและมีผลต่อวงจรเพียงไร 2) ไม่สามารถหาอุปกรณ์ที่ไหม้ได้พบ 3)สายนำสัญญาณที่ใช้เป็นสายโทรศัพท์ อาจมีผลต่อวงจรบ้าง ควรใช้สาย coaxial

9. ศึกษาและทดลองวงจร Comparator จุดประสงค์เพื่อใช้ในการเปรียบ เทียบระหว่างสัญญาณ IF ที่ได้กับสัญญาณไฟ AC 0.2 โวลต์ เพื่อดูการลดลงของ Amplitude ว่าลดลงเท่าไร จากนั้นจึงนำไปเข้าในเครื่อง รีคอดเดอร์

10. ได้ทดลองวงจร Comparator แบบ INVERTING AMPLIFIER ต่อร่วม กับ วงจร NON - INVERTING AMPLIFIER โดยกำหนดให้มี อัตราการขยายเท่ากับ 4 เท่า และใช้ OpAmp 741C ผลการทดลองที่ได้ทดลองบน Photo board ได้ผลเป็นที่น่าพอใจคือจะ ขยายสัญญาณใด ๆ ที่สูงกว่า 0.2 โวลต์ แต่ถ้าเป็นสัญญาณไฟ 0.2 โวลต์ หรือสูงกว่าจะไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยาย และจะมี output ออกมาทางด้าน cycle บวกเท่านั้น แต่เมื่อทดลองลงบนแผ่นปริ๊นท์นั้นไม่ได้ผลตามที่ทดลองบน Photo board ได้รับคำแนะนำว่า การทดลองกับวงจรสัญญาณ RF บนแผ่นปริ๊นท์จะต้องมีกราว์นมาก ๆ และได้รับคำแนะนำอีกว่า สำหรับการเปรียบเทียบสัญญาณนี้ รีคอดเดอร์ ก็สามารถทำได้ไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างวงจรอีก

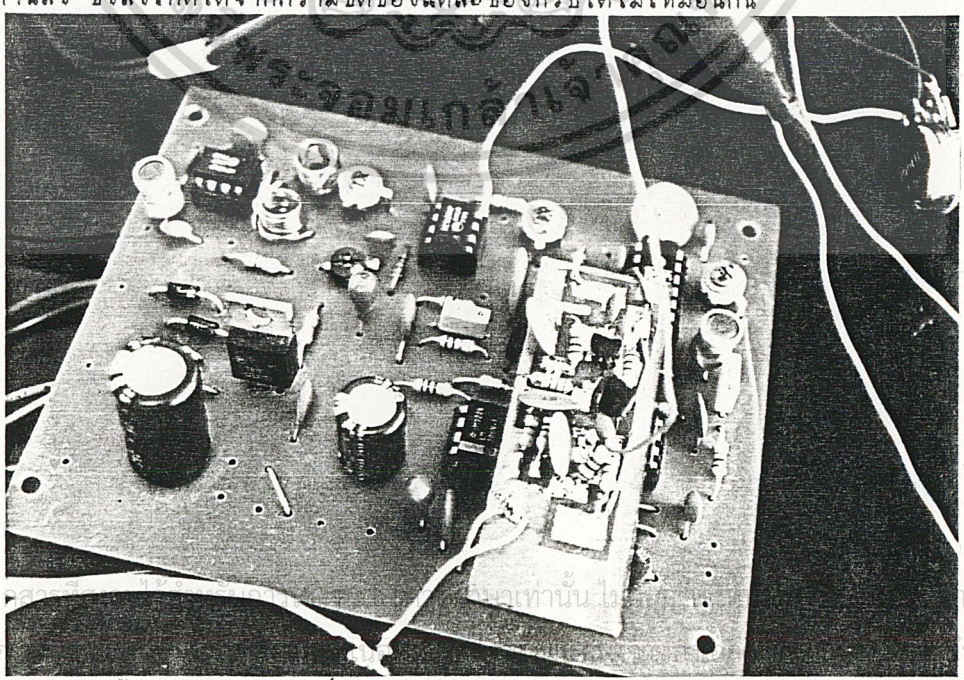
11. เมื่อนำวงจรไปต่อเข้ากับรีคอดเดอร์ผลที่ได้คือเข็มของรีคอดเดอร์มีการมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยถ้าหมุนเสาอากาศให้สามารถรับสัญญาณได้ชัดเจนที่สุดเข็มของรีคอดเดอร์จะไม่มีการขยับแต่เมื่อหมุนเสาอากาศไปสัญญาณที่รับได้เริ่มชัดเจนน้อยลงเข็มของรีคอดเดอร์จึงมีการสวิงเข็มของรีคอดเดอร์จะสวิงมากสวิงน้อยขึ้นอยู่กับความชัดเจนของสัญญาณที่รับได้จะแปรผกผันกัน

12. วงจรขยายสัญญาณ Video ได้ตามต้องการแต่ Amplitude เปลี่ยนแปลงมาก

13. สัญญาณที่ขยายถ้ามากกว่า 1 V จะทำให้จอ CRT เปลี่ยนเป็นสีดำหมดแต่ถ้าต่ำกว่านั้น จะมีสีเขียวขึ้น มีแถบดำภาคกลางจอ

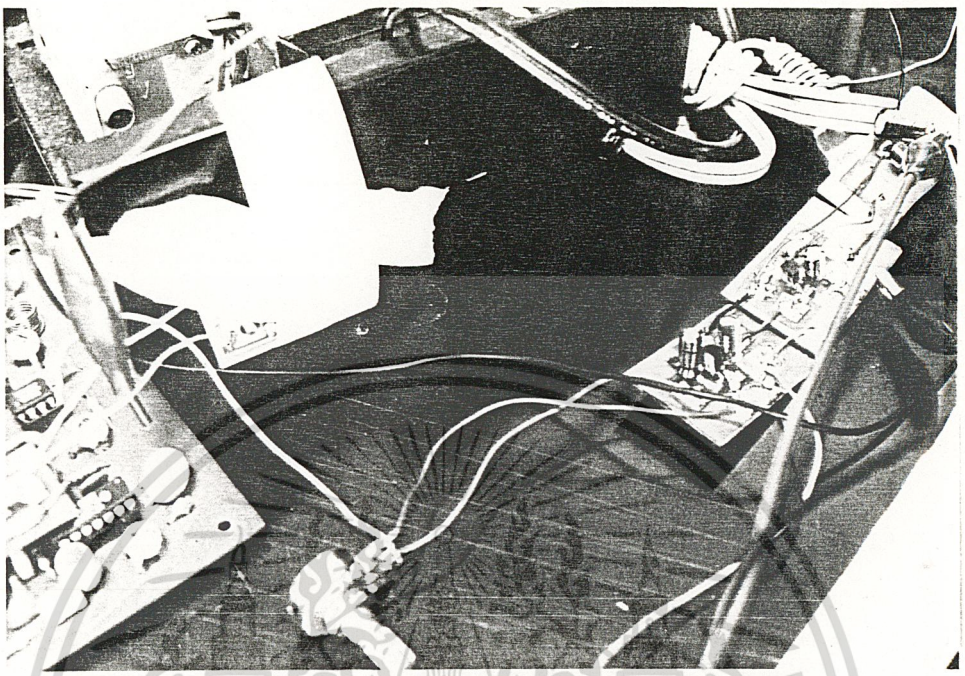
14. เมื่อปรับทิศทางของสายอากาศ ภาพถึงจะเริ่มปรากฏที่จอ แต่ภาพที่ปรากฏจะล้มง่าย ไม่คงที่เห็นเป็นภาพลาง ๆ และภาพจะซ้อนกัน

15. การปรับทิศทางของสายอากาศ ต้องวางสายอากาศในแนวนอนขนานกับพื้น ถ้าวางในแนวตั้งฉากกับพื้น สัญญาณที่ได้จะไม่ชัด การหมุนสายอากาศจะสามารถรับได้ชัดเมื่อหันไปทางสถานีส่ง ซึ่งสังเกตได้จากความชัดของแต่ละช่องที่รับได้ไม่เหมือนกัน

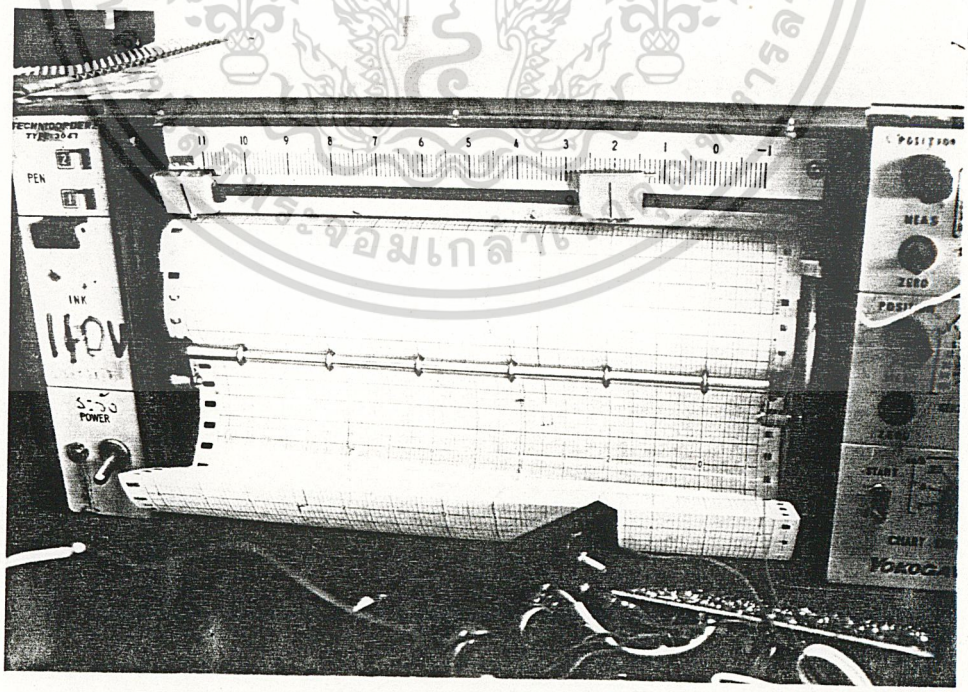


รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ภาค IF Amplifier และ ภาครับสัญญาณ RF

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]เท่านั้น ไม่[illegible]การค้า
ไม่ว่ากรณีใด[illegible]ไปใช้



รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ภาค Video IF Amplifier




รูปที่ 3 แสดงเส้นกราฟที่ได้จากเครื่องรีคอดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## สรุปและวิจารณ์ผล

1. สัญญาณโทรทัศน์ประกอบด้วย สัญญาณภาพและสัญญาณเสียง โดยที่สัญญาณทั้งสองนี้จะถูกส่งออกมาจากสถานีโทรทัศน์พร้อม ๆ กัน สัญญาณภาพจะถูกส่งไปด้วยระบบเอเอ็ม สัญญาณเสียงจะถูกส่งไปด้วยระบบเอฟเอ็ม ซึ่งในโครงงานนี้เราสามารถทำการแยกสัญญาณเสียงนำมาใช้งานได้

2. สัญญาณโทรทัศน์ที่เข้ามาทางสายอากาศนั้น นอกจากจะอยู่ในย่านความถี่สูงแล้ว ความถี่ของสัญญาณภาพ และสัญญาณเสียงของแต่ละสถานียังแตกต่างกันอีกด้วย ดังนั้นสัญญาณโทรทัศน์ของแต่ละสถานีที่รับเข้ามา จะต้องผ่านตัวจูนเนอร์ เพื่อทำการเลือกสัญญาณโทรทัศน์ของเพียง 1 สถานี แล้วทำการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณโทรทัศน์ ที่เลือกนั้นให้เป็นความถี่ปานกลาง โดยที่ความถี่ปานกลางของภาพจะเท่ากับ 38.9 MHz และความถี่ปานกลางของเสียงเท่ากับ 33.4 MHz ความถี่ปานกลางที่เกิดขึ้นนี้ ไม่ว่าเครื่องรับจะรับความถี่ของสถานีใดก็ตาม ความถี่ปานกลางจะคงที่เสมอ

3. จูนเนอร์แบบกดปุ่มนั้นแตกต่างจากจูนเนอร์แบบหมุนหลายประการ ดังนี้จูนเนอร์แบบหมุนนั้นได้ถูกเซ็ทค่าเพื่อให้สามารถใช้รับสัญญาณโทรทัศน์ได้เลย แต่จูนเนอร์แบบกดปุ่มนั้นจะต้องมีวงจรภายนอกที่สามารถปรับโวลต์เตจได้ เพื่อป้อนโวลต์เตจให้แก่ตัววาริแคป เพื่อใช้ในการเลือกช่อง (จูนเนอร์แบบกดปุ่มที่ใช้เป็น PHILIPS รุ่น ELC 2004)

4. การที่แปลงความถี่ของสัญญาณโทรทัศน์ให้เป็นความถี่ปานกลางมีข้อดี คือ ไม่ต้องสร้างวงจรขยายความถี่ปานกลาง ให้มีความสามารถในการขยายย่านความถี่ที่กว้างเกินไป

5. สัญญาณเสียงที่รับได้ของแต่ละสถานีนั้นจะมีสัญญาณรบกวนปนอยู่บ้าง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก ความเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ, จากคลื่นวิทยุที่ใช้งานอื่น ๆ , ออสซิลเลเตอร์ในภาคจูนเนอร์ ผลิตความถี่ที่จะนำมาผสมกับสัญญาณโทรทัศน์ผิดพลาด ทำให้ความถี่ปานกลางที่ได้มีความคลาดเคลื่อน, คุณภาพของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในวงจรเช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ หรือ คอยล์ มีค่าคลาดเคลื่อนจากที่ต้องการ , ทิศทางของสายอากาศไม่ตรงกับสถานีที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การนำเอาวงจรรวม (integrated circuit) มาใช้จะทำให้วงจรมี ขนาดเล็กลง และใช้แรงดันไฟต่ำ

8. การ Matching ที่ดีจะทำให้สัญญาณส่งไปยังภาคต่อไปดี ไม่มีการสะท้อนกลับ

9. การขยายของวงจรขยายย่านความถี่สูงไม่ควรมี Gain มากเพราะจะทำให้ Capacitor ในทรานซิสเตอร์มีค่ามาก ทำให้ Gain การขยายของความถี่สูงมีค่าน้อยลง

10. ทิศทางของสายอากาศและการต่อวงจรมีผลต่อ ภาพที่ปรากฏบนจออย่างมาก

11. การเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟที่ได้จากเครื่องรีคอดเดอร์ สามารถนำไปใช้วัดการสูญเสียหรือจางหายของสัญญาณ เมื่อผ่านบรรยากาศจากเครื่องส่งมายังเครื่องรับ โดยถ้าหันไปในทิศทางที่สถานีส่งส่งมา แต่ไม่สามารถรับสัญญาณได้ชัดที่สุด แสดงว่าต้องมีการสูญเสียเนื่องจากบรรยากาศเกิดขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทแทรก

ตารางแสดงช่องและความถี่โทรทัศน์ทั้ง 2 ระบบ

| ช่องโทรทัศน์ | ระบบ RS. 525 เส้น | | | ระบบ CCIR 625 เส้น | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ขอบเขตของความถี่ | คลื่นพาห์ของภาพ | คลื่นพาห์ของเสียง | ขอบเขตของความถี่ | คลื่นพาห์ของภาพ | คลื่นพาห์ของเสียง |
| 2 | 54-60 | 55.25 | 59.75 | 47-54 | 48.25 | 53.75 |
| 3 | 60-66 | 61.25 | 65.75 | 54-61 | 55.25 | 60.75 |
| 4 | 66-72 | 67.25 | 71.75 | 61-68 | 62.25 | 67.75 |
| 5 | 76-82 | 77.25 | 81.75 | 174-181 | 175.25 | 180.75 |
| 6 | 82-88 | 83.25 | 87.75 | 181-188 | 182.25 | 187.75 |
| 7 | 174-180 | 175.25 | 179.75 | 188-195 | 189.25 | 194.75 |
| 8 | 180-186 | 181.25 | 185.75 | 195-202 | 196.25 | 201.75 |
| 9 | 186-192 | 187.25 | 191.75 | 202-209 | 203.25 | 208.75 |
| 10 | 192-198 | 193.25 | 197.75 | 209-216 | 210.25 | 215.75 |
| 11 | 198-204 | 199.25 | 203.75 | 216-223 | 217.25 | 222.75 |
| 12 | 204-210 | 205.25 | 209.75 | 223-230 | 224.25 | 229.75 |
| 13 | 210-216 | 211.25 | 215.75 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการอุปกรณ์สำหรับ TV SOUND RECEIVER

SEMICONDUCTORS

D1-1n6263 or MBD101 Schottky diode

D2-1N4735A 6.2-VDC Zener diode

D3,D4,D5,D6-1N4001

D7-1N914

Q1-2N3906 PNP transistor

Q2,Q3-BF195 NPN transistor

U1-MC1350 IF amplifier intergrated circuit

U2-MC1330 video amplifier detector integrated circuit

U3-MC1358 sound IF and detector integrated circuit

U4-LM318 operational amplifier integrated circuit

U5-LM386 audio power amplifier integrated circuit

U6-7818 +18-VDC regulator integrated circuit

RESISTORS

(All fixed resestors are rated at 1/4-watt, 5% tolerance)

R1,R2,R3,R20-4700 ohm

R4,R6,R16,R20-1000 ohm

R5-380 ohm

R7,R8,R9,R14,R18-10,000 ohm

R10-82,000 ohm

R11,R19-100 ohm

R12,R21-10,000 ohm, trimmer potentiometer

R13-10,000 ohm, volume-control power switch S1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R15-10 ohm

R17-300,000 ohm

R22-1000,000 ohm

R23-3,300 ohm

R24-2,700 ohm

R25-1,500 ohm

R26-3,900 ohm

R27-270 ohm

R28-1,000 ohm

R29-3000,000 ohm

R30-35,000 ohm

R31-1,800 ohm

R32-8,200 ohm

R33-10,000 ohm

R34-2,700 ohm

R35-500 ohm

R36-12,000 ohm

CAPACITORS

C1-.001 micro Farad, ceramic

C2,C5,C16-220pF,ceramic

C3,C6,C12-5-45pF,trimmer capacitor

C4,C7,C10,C15,C19,C22-.1 micro Farak, ceramic

C8,C9-.01 micro Farad, ceramic

C11,C23-.01 micro Farad, polyester

C13-22pF,ceramic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C14,C18,C24-.1 micro Farad, polyester

C17,C20-10 micro Farad 25-WVDC, tantalum

C21-470 micro Farad, 25-WVDC,electrolytic with radial leads

C25-22 micro Farad, 16-WVDC,tantalum

C27-1000 micro Farad, 25-WVDC,electrolytic with radial leads

C28,C29,C30-10 nano Farad,ceramic

C31,C32-4.7 nano Farad,ceramic

C33,C34,C35-47 micro Farad,ceramic

C36-100 micro Farad,ceramic

INDUCTORS

L1,L5-22 micro Henry, RF choke

L2,L3-Close wind two coils 7 1/2 turns each on 1/4 inch non-inductive form. Requires 24-in. length of #22 enameled magnet wire

L4-.33 micro Henry, RF choke

ADDITIONAL PARTS AND MATTERIALS

F1-.5 A fuse

L1-110 VAC pilot lamp

J1,J2-RCA phono jack

S2-spdt toggle

T1-Step-down power transformer :117 VAC primary winding. 18 VAC center-tapped 300 mA secondary winding

X1-4.5 MHz ceramic filter(Radio Shack 272-1304)

1-Fuse holder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-Printed circuit board

Tuner U,VHF แบบ กดปุ่มมีวงจร

Tuner U,VHF แบบ หมุนมีวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


1. เจน สงสมพันธ์ และ นิคม อนันต์ทินย์ "เทคโนโลยีโทรทัศน์" กรุงเทพ ฯ :สำนักพิมพ์ สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพ ฯ 2535.
2. สมศักดิ์ เตชะเศรษฐ์ธนะ และ สุชาติ กังวารจิตต์ "ทฤษฎีและปฏิบัติโทรทัศน์สีระบบ PAL :สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
3. คู่มือการซ่อมเซอร์กิตทีวีขาว-ดำ IC-ทรานซิสเตอร์
4. "TRAMSISTOR CIRCUIT DESIGN WITH EXPERIMENTS",DELTON T. HORN,TAB BOOKS INC BLUE RIDGE SUMMITT PA 17214 COPYRIGHT 1985
5. ประกิจ ตัวติสานนท์ "ทฤษฎีโทรทัศน์" คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
6. "TRANSISTOR DATA BOOK", คู่มือ ทรานซิสเตอร์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
7. สุชาติ กังวานจิตต์ "หลักการทำงาน เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร" บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
8. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ "เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์" บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้เงินมาซื้ออุปกรณ์

อาจารย์นิภา ผู้ให้คำแนะนำในการทำโปรเจกท์ครั้งนี้

อาจารย์ณรงค์ ผู้ให้หมึกเครื่องบันทึกสัญญาณ

พี่ตุ๊ก ผู้ให้คำแนะนำในการทำโปรเจกท์และห้องนอน

จุงเซ็ง ผู้ให้อารมณ์ขัน

คิ้ม ผู้ช่วยพิมพ์ Laser printer ให้

อ๊ด,ป๋อ,แป๊ด ผู้เยี่ยมยามวิกาล

เพื่อน ๆทุก ๆ คนที่นึกไม่ออกผู้ให้กำลังใจ

สถาบัน ฯ ที่ให้กระผมเรียนจนครบ 4 ปี

พระเจ้า ผู้ให้กระผมเกิดมา


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้