



ปีการศึกษา 2532

เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า
(FIELD STRENGTH METER)

โดย

นายจุมพล วงศ์พระพรเลิศ

นายเฉลิมชาติ ถิ่นทร์ใจเอื้อ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.กิตติชัย พานิชบรมพงศ์

ปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2532

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง FIELD STRENGTH METER

ผู้จัดทำ

1. นายจุมพล วงศ์พระพรเลิศ
2. นายเฉลิมชาติ อินทร์ใจเอื้อ



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. กิตติชัย นามขประมพงศ์)



เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า
(FIELD STRENGTH METER)

จุมพล วงศ์พระพรเลิศ

เฉลิมชาติ อินทร์ใจเอื้อ

อ.กิตติชัย พานิชบรมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ในโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำเป็น เครื่องมือค้นหาทิศทางของการติดตั้งสายอากาศรับสำหรับเครื่องรับทรานส์มิตเตอร์ โดยพิจารณาระดับความเข้มของสัญญาณว่าทิศทางใดมีความเข้มของสนามไฟฟ้าสูงที่สุด เพื่อค้นหาทิศทางของสายอากาศให้ถูกต้อง เหมาะสม ทั้งนี้ค้นหาวงจรพรีแอมป์ (FRONT-END) ของเครื่องรับทรานส์มิตเตอร์ที่วางประกอบเพิ่มเติมด้วยวงจรลดทอนกำลังงาน (ATTENUATOR) วงจรขยายความถี่กลาง (IF AMPLIFIER) และวงจรดีเทคเตอร์ (DETECTOR) โดยนำสัญญาณที่รับได้มาแสดงผลด้วยแอมป์มิเตอร์ เป็นระดับของสัญญาณซึ่งมีจุดประสงค์หลัก เพื่อจะสร้าง เครื่องมือวัดแบบง่าย และสะดวกในการในการติดตั้งสายอากาศรับทรานส์มิตเตอร์.

FIELD STRENGTH METER

Jumpol Wongprapornloes

Chalearmchart Indrachai-ea

Kittichai Panitchaphathompong

Advisor

1989

Abstract

This thesis is an portable Field Strength Meter (FSM), used in Very High Frequency range (54-216 MHz). The main purpose is for helping to find the direction of TV receiver antenna. By interfacing the FSM directly to the TV antenna terminals and reading signal level. The best direction is the one that antenna can receive highest signal or the meter has a maximum scale. This portable FSM are modify from TV circuit. So that Fron-End circuit which is an important component in TV circuit are used. The other component circuits such as attenuator, IF amplifier, bandpass filter and detector are design to completed entire circuits , base on circuit operation. Microammeter are used as display unit.

To make simple portable meter which good reliability in actual use are the advantage of this project.

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
- ลักษณะของคลื่นโทรทัศน	3
- หลักการของเครื่องวัดความเข้มของสนามไฟฟ้า	6
- วงจรลดทอน	7
- ภาคพรอนท์เอ็นด์	8
- ภาคขยายความถี่ไอเอฟ	15
- ภาคดีเทคเตอร์	21
- ภาคเสียง	23
บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ	26
- วงจรลดทอน	26
- ภาคพรอนท์เอ็นด์	27
- ภาคขยายไอเอฟและดีเทคเตอร์	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	34
- วงจรลดทอน	34
- ภาคพรอนท์เอ็นด์	35
- ภาคขยายไอเอฟและดีเทคเตอร์	36
- ภาคเสียง	39
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์	40
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

บทที่ 1บทนำ

สิ่งสำคัญในการรับติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุเป็นอย่างมาก ก็คือสายอากาศ การใช้ระบบสายอากาศที่เหมาะสม จะช่วยให้การติดต่อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคุณสมบัติของสายอากาศที่สำคัญคือ

-ประเภทที่เกี่ยวข้องกับการกระจายคลื่น ซึ่งโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับรูปร่าง และรูปทรงของสายอากาศ

-ประเภทที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับวงจรที่หาหน้าทีแมทซ์ (MATCH) อิมพีแดนซ์

นอกจากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว สิ่งที่จะต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ ตำแหน่งทิศทางของสายอากาศ และทิศทางกรับ เพื่อให้ตรงทิศทางที่สามารถรับสัญญาณได้ดีที่สุด

พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรานิยมวัดเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำบนเส้นลวดหรือสายอากาศ มากกว่าที่จะวัดระดับของสนามแม่เหล็ก เพราะสะดวกต่อการวัดและการสร้างอุปกรณ์ ซึ่งระดับของสัญญาณที่วัดได้นี้เรียกว่าระดับความเข้มสนามไฟฟ้า

ด้วยคุณสมบัติ เช่นนี้ เราจะนำมาสร้างเป็นเครื่องมือวัดความเข้มสนามไฟฟ้า รักษาสัญญาณที่ได้รับในแต่ละตำแหน่ง มาเปรียบเทียบเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสายอากาศรับ ซึ่งก่อประโยชน์โดยไม่ต้องเสียเวลามาก และสะดวกในการปรับ เนื่องจากสายอากาศและเครื่องรับทรานส์มิตเตอร์อยู่ห่างกัน

ในโครงการงานนี้ จะสร้าง เฉพาะส่วนของวงจรลดทอนเพื่อลดทอนกำลังงานที่รับเข้ามา ส่วนต่อมาก็คือวงจรขยายความถี่กลาง เพื่อขยายให้ระดับสัญญาณมากพอที่จะทำการขับ (DRIVE) วงจรส่วนถัดไป ส่วนถัดมาคือแกว่งจรดีเทคเตอร์ เพื่อทำการแปลงสัญญาณความถี่กลางให้เป็นสัญญาณภาพ แล้วแปลงสัญญาณภาพซึ่งเป็นสัญญาณเพลสลับให้เป็นสัญญาณเพคตรัม รักษาสัญญาณบางส่วนเพื่อมมีน้อย

ที่สุด เพื่อป้อนเข้าสู่แอมป์มิเตอร์ นอกจากนั้นจะนำเสนอสัญญาณเสียงจากภาคดีเทค-ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์บายเข้าวงจรออทริโอ เพื่อรับฟัง เสียงของช่องสัญญาณนั้นประกอบเข้าด้วยกัน การดูเข็มจากแอมป์มิเตอร์ ส่วนวงจรอื่นที่มาประกอบเพิ่มเติมคือ ส่วนของวงจร ฟรอนท์เอนด์ซึ่งเข้าอุปกรณ์สำเร็จรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

ลักษณะของคลื่นวิทยุทัศน์

ความถี่ย่านวิทยุทัศน์ที่ใช้ในประเทศไทยอยู่ในย่าน VHF และใช้ระบบการแบ่งความถี่ตามระบบ CCIR กระจายแบ่งความถี่ออกเป็น 2 แบนด์ คือช่วง 47-68 เมกกะเฮิร์ต เรียกว่าวิทยุทัศน์แบนด์ต่ำ และช่วง 174-230 เมกกะเฮิร์ตเรียกว่าวิทยุทัศน์แบนด์สูง

สัญญาณวิทยุทัศน์ที่ส่งออกอากาศในแต่ละสถานีจะมีความกว้าง 7 เมกกะเฮิร์ต กระจายประกอบด้วยสัญญาณดังต่อไปนี้ เวสติเจียลไซด์แบนด์ (VESTIGIAL SIDEBAND) ของสัญญาณภาพ, ไซด์แบนด์ของสัญญาณภาพ, สัญญาณสี, สัญญาณซิงโครไนซ์ (SYNCHRONIZE SIGNAL), แบล็งกิงพัลส์ (BLANKING PULSE) และสัญญาณเสียง

สัญญาณภาพมีช่วงกว้างของแบนด์อยู่ในย่าน 40 เฮิร์ตถึง 5 เมกกะเฮิร์ต หรือประมาณ 17 ออกเดบ และในการส่งออกอากาศจะทำการผสมกับคลื่นพาหะแบบเอเอ็ม

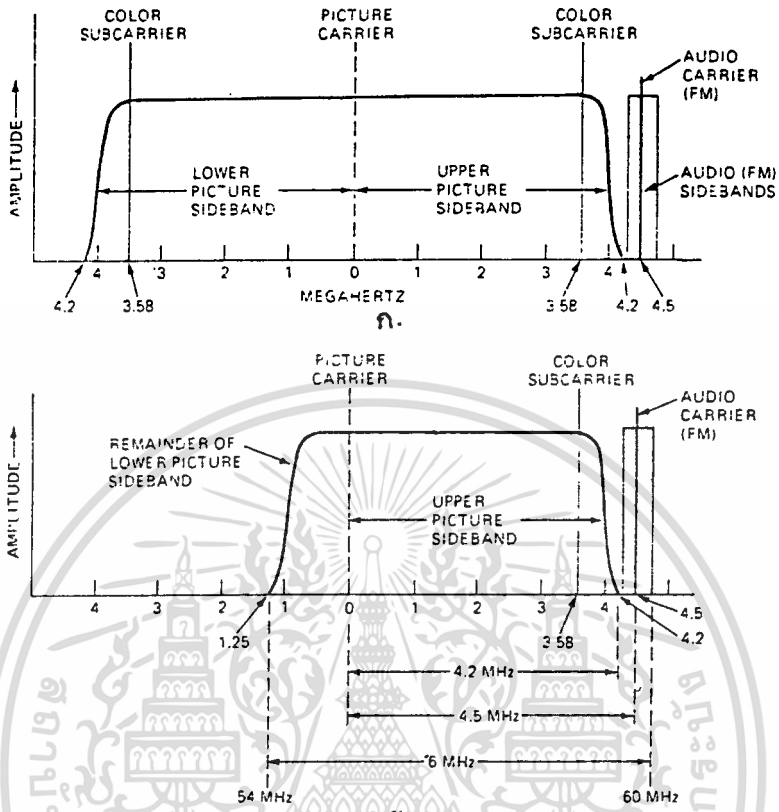
สัญญาณเสียงมีช่วงกว้างของแบนด์อยู่ในย่าน 20 เฮิร์ตถึง 20000 เฮิร์ต หรือประมาณ 10 ออกเดบ เวลาส่งออกอากาศจะทำการผสมกับคลื่นพาหะแบบเอฟเอ็ม

ทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงจะทำการส่งพร้อมกัน แต่อยู่กันคนละย่านความถี่ ดังตารางที่ 1

channel	freq. band (MHz)	pix.carrier (MHz)	sound carrier (MHz)
2	47-54	48.25	53.75
3	54-61	55.25	60.75
4	61-68	62.25	67.75
5	174-181	175.25	180.75
6	181-188	182.25	187.75
7	188-195	189.25	194.75
8	195-202	196.25	201.75
9	202-209	203.25	208.75
10	209-216	210.25	215.75
11	216-223	217.25	222.75
12	223-230	224.25	229.75

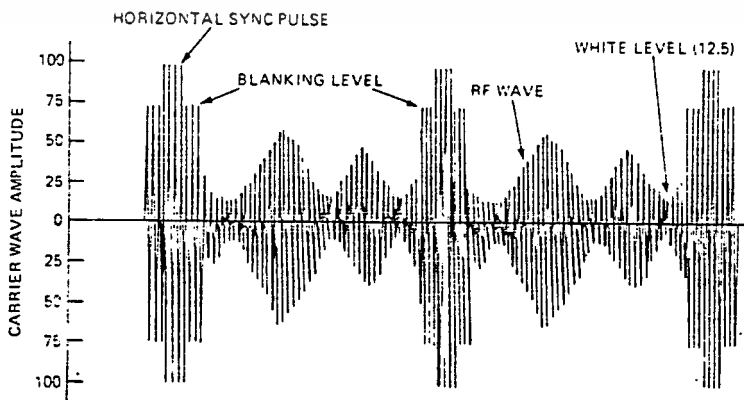
ตารางที่ 1 แสดงความถี่มาตรฐานที่ CCIR กำหนด

ในการส่งสัญญาณทีวีนั้น สัญญาณที่ส่งออกมา โดยเฉพาะสัญญาณภาพนั้นจะพยายามกำจัดแบนด์หนึ่งออกเสีย แต่ในทางเทคนิคไม่อาจจะกำจัดจนหมดแบนด์ได้ เพราะถ้าทำเช่นนั้นอีกไซด์แบนด์หนึ่งจะกระทบกระเทือนด้วย คลื่นพวกนี้ไม่อาจเรียกว่าซิงเกิลไซด์แบนด์ (SINGLE SIDEBAND) จึงเรียกใหม่ว่าเวสติเจียล-ไซด์แบนด์ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ก. แสดงการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่สมบูรณ์ทั้งสองแบนด์
 ข. แสดงการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบเวสท์เจียลาไซด์แบนด์

ส่วนสัญญาณซิงค์และสัญญาณแบลิ่งค์ แสดงในรูปที่ 2.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 2.2 แสดงคลื่นสัญญาณต่างๆ ของโทรทัศน์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเชิงคี่ มีหน้าที่ทำให้ภาพที่ได้รับ เหมือนกับภาพที่ทำการส่งมาทุกประการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้อง เรียง เส้นสแกนทางด้านรับรอย เริ่มจาก เส้นที่ 1 ถึง เส้นที่ 625 วั้ตรง กับ เส้นสแกนทางด้านส่ง

ส่วนสัญญาณแบลิ่งค์ มีหน้าที่เกี่ยวกับจอภาพคือมีหน้าที่บังคับลำโวลต์ อิเลคตรอนเทรส (TRACE) เลขขอบจอทั้งสองด้านออกไปอีกด้านละ เล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้มีที่ว่างที่อาจจะเกิดขึ้นข้างๆ จอได้

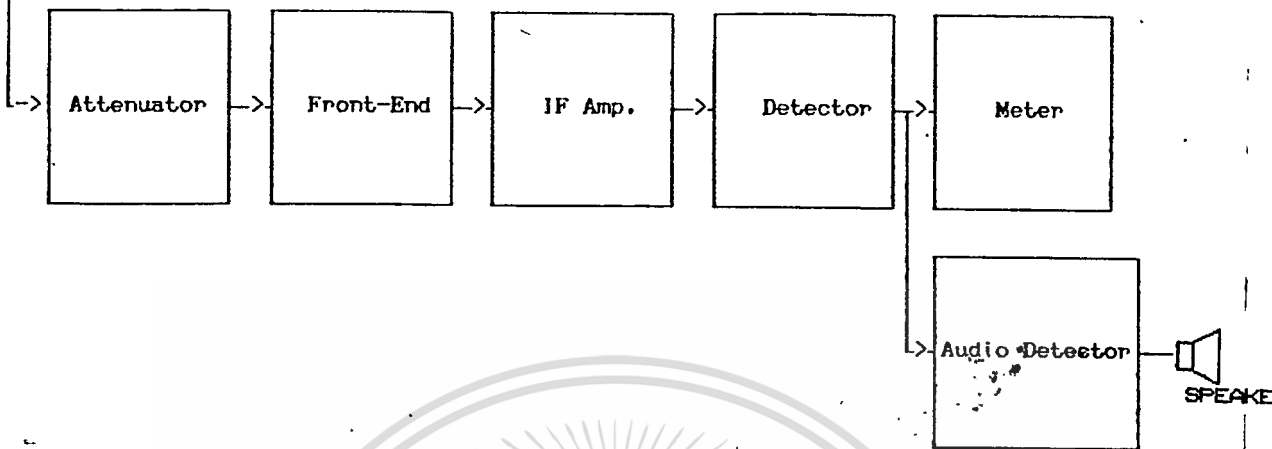
คลื่นสัญญาณเรทส์ศน์ก็คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพราะฉะนั้นการกำหนดความเข้มของคลื่นเรทส์ศน์ก็ เช่นเดียวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือเป็นความเข้มของสนามไฟฟ้าหน่วยเป็นโวลท์/เมตร ในทางปฏิบัตินั้น เพื่อให้การคำนวณตัวเลขง่ายเข้า เรามักนิยมใช้หน่วยของสัญญาณที่วัดได้เป็น เดซิเบล รอยทั่วไปเรามักจะใช้ค่า 1 ไมครโวลท์เป็นหลัก รอยกำหนดให้ 1 ไมครโวลท์เป็น 0 เดซิเบล และเขียนไมครโวลท์ที่ขอยท้าย เป็น 0 เดซิเบลไมครโวลท์ ค่าเดซิเบลไมครโวลท์ของสัญญาณระดับต่างๆ นั้น จะสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรข้างล่าง

$$V(\text{เดซิเบลไมครโวลท์}) = 20 \log V(\text{ไมครโวลท์}) \quad (2.1)$$

หลักการของ เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า

สัญญาณที่ได้รับได้จากสายอากาศ บางครั้งมีค่าแรงไปจะถูกลดทอนจากวงจรลดทอนให้มีค่าเหมาะสมที่จะป้อนไปยังภาคพร้อมท์เอ็นคี่ ซึ่งหน้าที่ของภาคพร้อมท์เอ็นคี่จะทำการเลือกรับช่องสัญญาณเรทส์ศน์ที่ต้องการ และทำการทอนความถี่อาร์เอฟ (RF: RADIO FREQUENCY) วั้ลดลง เป็นความถี่ไอเอฟ (IF: INTERMEDIATE FREQUENCY) สัญญาณที่ไ้จะถูกขยายยังภาคขยายความถี่ไอเอฟ เพื่อให้มีระดับสัญญาณมากพอที่จะไปขับภาคดีเทคเตอร์ให้ทำงาน สัญญาณที่ไ้จะถูกแยกจากกันรอย เราจะนำสัญญาณภาพไปแปลงให้มีค่าใกล้เคียงกับสัญญาณคี่ซีเพื่อป้อนเข้ามิเตอร์ ส่วนสัญญาณเสียงจะ เข้าสู่วงจรออกดิโอเพื่อรับฟังเสียงของช่องสัญญาณนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3 รอยจะอธิบายรายละเอียดในส่วนต่อไป

ANTENNA



รูปที่ 2.3. แสดงส่วนประกอบของ เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า

วงจรถอดทอน

วงจรถอดทอนทำหน้าที่ป้องกัน ให้นำให้สัญญาณที่รับเข้ามามีความแรงเกินไป เนื่องจากรอยท้าวบ วงจรพร้อมที่เอ็นทีจะถูกออกแบบไว้ให้มีความไวในการรับ สัญญาณระดับหนึ่ง หมายถึงจะต้องการสัญญาณที่ชั่วสายอากาศที่ตัว เครื่องอย่างต่ำ เป็นค่าหนึ่ง จึงจะทำให้การรับภาพได้ดี ถ้าระดับสัญญาณที่รับได้แรงกว่านี้ก็จะ รับได้ดี แต่ถ้าสัญญาณแรงเกินไปก็จะมีผลทำให้การรับภาพผิดปกติไปอีก ทั้งนี้ เนื่องจากสัญญาณที่แรงเกินไป ทำให้การขยายของภาคขยายอยู่ในสภาพอิ่มตัว รอยท้าวบระดับสัญญาณต่ำสุดที่รับได้ที่จะอยู่ประมาณ 53 เดซิเบลไมโครวอลท์ และระดับสัญญาณสูงสุดประมาณ 84 เดซิเบลไมโครวอลท์

ในบรรคาวงจร 2 คู่สาย ถ้าผ่านระดับสัญญาณแล้วการลดทอนคงที่ รอย ท้าวบเกี่ยวข้องกับความถี่ วงจรประเภทนี้เรียกว่า "วงจรถอดทอน" ซึ่งใช้กัน อย่างกว้างขวาง เช่นการปรับคิกคาและกระแส บางทีก็อาจใช้เป็นตัวแมทซ์ซึ่ง ก็ใช้ได้ รอยท้าวบ วงจรถอดทอนจะประกอบด้วยตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว

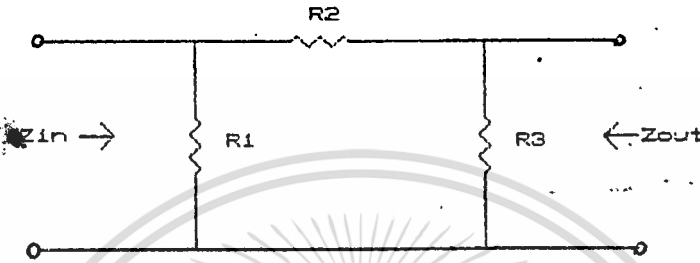
วงจรถอดทอนนั้นมีหลายแบบ เช่น แบบพาส (S), ที(T), เอช(H) เป็นต้น

ในการออกแบบจะต้องรู้ค่าของอิมเมจิมพีแดนซ์ ที่ต่อเข้าและต่อออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จากวงจรวัดมีค่า ทำใดและค่าลดทอนตามที่ต้องการ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่จะเลือกใช้ในโครงงานเป็นแบบพาส ิทยมีอิมเมจอิมพีแดนซ์เข้า และออกจากวงจรมีค่าเท่ากัน จะให้วงจรดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แลตงวงจรลตทอนแบบพาส .

ค่าของ R1 และ R3 จะหาได้จากสมการที่ 2.2

$$R1 = R3 = (Z_0) \left(\frac{N+1}{N-1} \right) \quad 2.2$$

และค่า R2 ้ได้จากสมการที่ 2.3

$$R2 = (Z_0) \left(\frac{N-1}{2N} \right) \quad 2.3$$

เมื่อค่า $N = 10^{\frac{\alpha}{20}}$; α คือค่าลตทอนตามที่ต้องการมีหน่วยเป็นเดซิเบล

ภาคพรีอท์เอ็นค์

ภาคพรีอท์เอ็นค์หรือภาคจูน เนอร์มีหน้าที่คือ

1. เลือกช่องสัญญาณที่จะรับวิทยการ เปลี่ยนสวิชในภาคอาร์ เอฟ และภาค ออสซิลเลเตอร์ให้ม้ค่าสัมพันธ์กัน

2. มีหน้าที่ทำให้เกิดแมทซ์ซิ่งระหว่างสายพีดเคอร์ (FEEDER) และขั้ว ขาเข้าของภาคขยายอาร์ เอฟ เพื่อที่จะรักษาอัตราส่วนสัญญาณต่อออสส์ได้ค้

3. ทาหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอาร์ เอฟให้เป็นไอ เอฟ วิทยการผสมสัญญาณอาร์-

เอฟกับสัญญาณที่ผลิตจากโวลคอลลออสซิลเลเตอร์ ภายในภาคมิก เซอร์ แล้วสัญญาณ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไอ เอฟที่ำได้จะถูกส่งไปยังภาคขยายไอ เอฟ

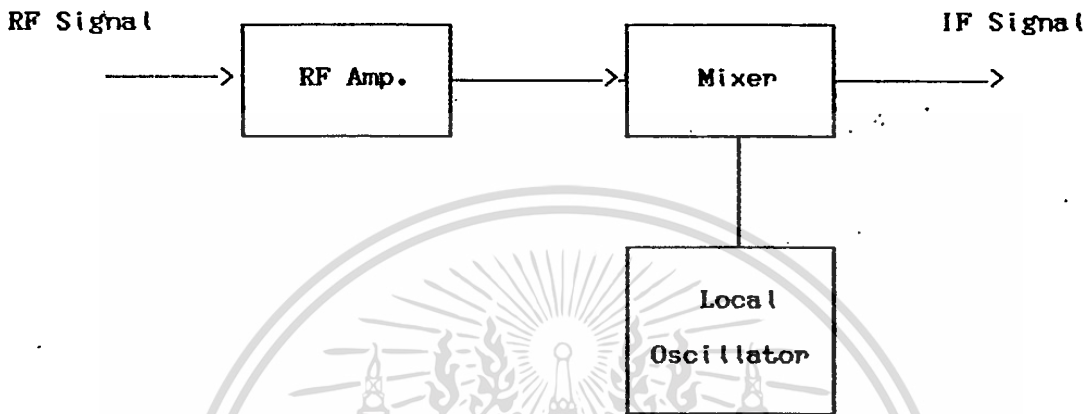
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทาหน้าที่บ้องกันสัญญาณรบกวนที่ เข้าทางสายพีด เคอร์ ำมาให้บรบกวน



สัญญาณไอ เอฟ

ภาคพรีอนท์เอ็นค์ประกอบด้วย วงจรขยายความถี่วิทยุ (RF AMPLIFIER) วงจรโวลทออสซิลเลเตอร์ และมิกเซอร์รวมอยู่ด้วยกันดังรูปที่ 2.5



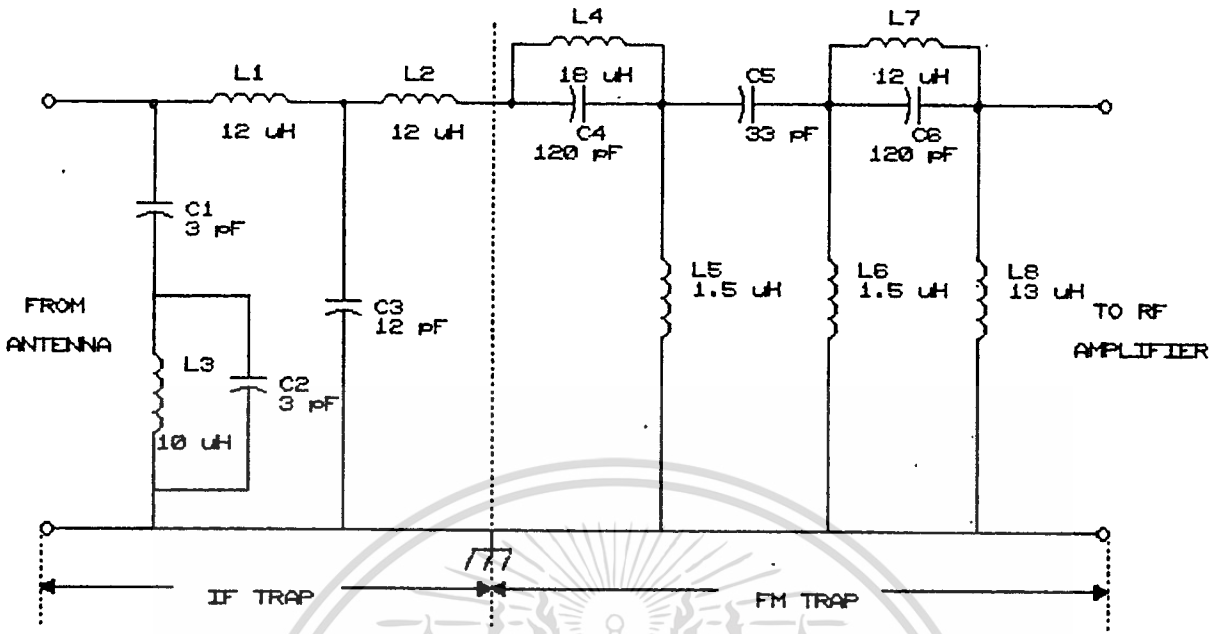
รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของภาคพรีอนท์เอ็นค์

ก่อนที่เราจะมาอธิบายการทำงานของวงจรพรีอนท์เอ็นค์ จะอธิบายวงจร แทรพ (TRAP) ซึ่งเป็นวงจรที่คั่นสายอากาศก่อนที่สัญญาณจะเข้าอาร์เอฟ-แอมพลิฟายเออร์ ซึ่งวงจรแทรพนี้มีหน้าที่กำจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการทิ้งไป ลักษณะของวงจรแสดงดังงานรูปที่ 2.6

หนึ่งงานแหล่งสัญญาณที่จะไปรบกวนความถี่ไอ เอฟ เกิดขึ้นเมื่อเครื่องรับเลือก รับความถี่สัญญาณต่ำสุดคือช่อง 2 ซึ่งมีความถี่พาหะของสัญญาณภาพและสัญญาณ เสียงคือ 56.25 เมกกะเฮิร์ตและ 60.75 เมกกะเฮิร์ตตามลำดับ ความถี่นี้ เกือบเคียงกับความถี่ไอ เอฟของเครื่องรับ (33.4-38.9 เมกกะเฮิร์ต) การลด- ทอนอันเกิดจากการเลือกช่องของสัญญาณ อาจจะทำให้การกำจัดความถี่ของอาร์เอฟ- เหล่านี้ไม่หมด ถ้าเกิดมีไอ เอฟแทรพจะทำให้สามารถป้องกันสัญญาณสอดแทรกที่มี ย่านใกล้เคียงกับความถี่ไอ เอฟไม่ให้เข้าสู่ภาคอาร์เอฟแอมพลิฟายเออร์ และ เข้า ส่วนของมิกเซอร์ (ถ้าสัญญาณที่ไม่ต้องการ เข้าถึงส่วนของมิกเซอร์หรือส่วนของ ระบบไอ เอฟ แล้วจะเป็นการยากที่จะกำจัด) ส่วนเอเอ็มแทรพจะทำการกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า สัญญาณ งานช่วงการส่งวิทยุภาค เอเอ็มคือย่าน 88-108 เมกกะเฮิร์ตทั้งไป

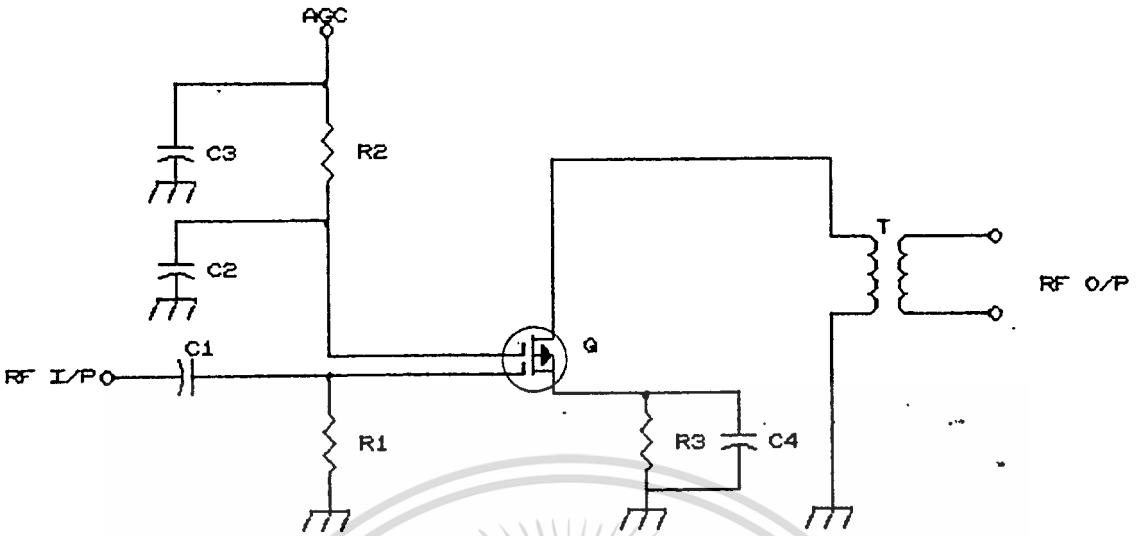
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรแพท

การทำงานของภาคพรีแอมป์ จะเริ่มจากเมื่อรับสัญญาณเข้ามา สัญญาณที่เข้ามา นี้ จะถูกขยายโดยภาคขยายอาร์เอพให้มีความแรงค่าหนึ่ง ซึ่งสัญญาณนี้จะต่อไปยังวงจรมิกเซอร์ ที่วงจรมิกเซอร์นี้ความถี่อาร์เอพจะรวมกับความถี่จลคอลลอสซิลเลเตอร์ และผลที่ได้ออกมาจะเป็นความถี่ไอเอพ ความถี่จากจลคอลลอสซิลเลเตอร์หนึ่งความถี่ จะบีท (BEAT) กับความถี่พาหะสองความถี่ คือ ความถี่พาหะภาพและความถี่พาหะเสียง

ภาคขยายอาร์เอพ จุดประสงค์คือเพิ่มสัญญาณก่อนขยาย ำให้ชัดเจนทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงก่อนที่จะเข้าวงจรมิกเซอร์ มีวงจรดังรูปที่ 2.7



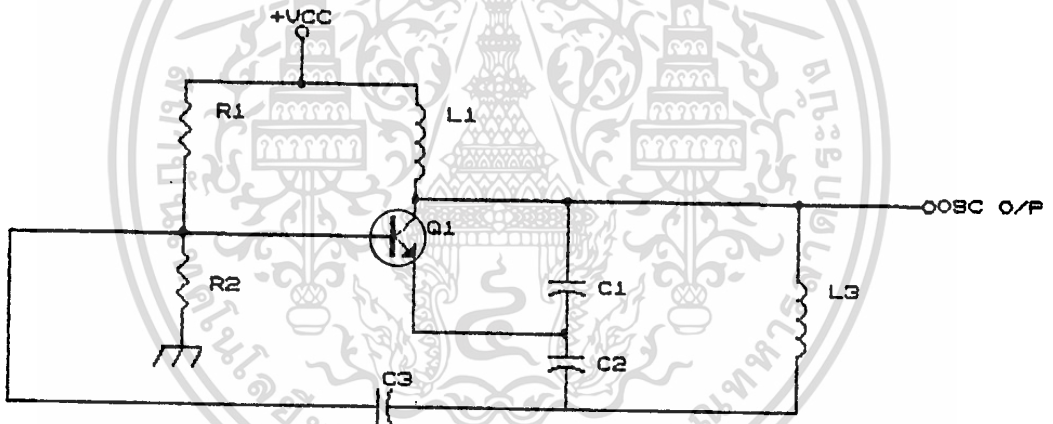
รูปที่ 2.7 แสดงวงจรขยายอาร์เอฟแบบคูแวล-เกต มอสเฟต
(DUAL-GATE MOSFET)

สัญญาณอาร์เอฟจะถูกป้อนผ่านตัวเก็บประจุ $C1$ เข้าทางขาเกต วัตถุประสงค์ให้แรงดันคร่อมตัวต้านทาน $R1$ ค่าแรงดันไบอัสที่ขาเกตก็คือแรงดันวงจรโดยตรงที่ตกคร่อมตัวต้านทานซอร์สนั่นเอง การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอาร์เอฟจะทำให้กระแสเดรนเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เมื่อกระแสเดรนเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้เกิดสัญญาณตกคร่อมตัวต้านทานซอร์ส ซึ่งจะป้อนกลับมายังขาเกตใหม่อีกครั้ง ทำให้อัตราขยายของวงจรลคไปมาก ทางหนึ่งที่จะช่วยให้อัตราขยายอาร์เอฟมีค่าสูงขึ้น คือการต่อตัวเก็บประจุ $C4$ คร่อมตัวต้านทาน $R3$ ตัวเก็บประจุตัวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวบายพาสสัญญาณที่จะตกคร่อมตัวต้านทานซอร์สนั่นเอง เพื่อให้ตัวเก็บประจุทำหน้าที่ได้ดี ค่ารีแอคแตนซ์ที่ความถี่ค่าสุดที่วงจรจะทำงานได้จะต้องมีค่าน้อยกว่าตัวต้านทาน $R3$ หมายความว่าควรมีค่าน้อยประมาณ $1/5$ ถึง $1/10$ ของตัวต้านทาน $R3$

สัญญาณอินพุตที่เปลี่ยนแปลงที่ขาเกต จะทำให้แรงดันที่เกตเปลี่ยนแปลงรอบๆ จุดทำงาน นั่นคือกระแสเดรนจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทำให้สัญญาณที่

ส่วนค่า เอจซี จวลท์แดง ทาหน้าที่เป็นตัวควบคุมอัตราขยาย คือการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ขาเกตจะเป็นผลทำให้กระแสแตรนเกิดการ เปลี่ยนแปลงด้วย รัคย เมื่อแรงดันที่ขาเกตเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จะทำให้กระแสแตรนเปลี่ยนแปลงจนวนมาก ค่าตัวเก็บประจุ C2 และ C3 จะทาหน้าทีกรองสัญญาณให้มีค่า เป็นสัญญาณดีซิงจริงว เพื่อบ่อนให้เกต 2

วงจรรลคอลลอสซิลเลเตอร์ ทาหน้าที่ผลิตความถี่คลื่นรูปซายน ซึ่ง เป็น ความถี่อาร์เอพที่ยังไม่มอดดูเลข (MODULATE) เพื่อมาบัทกับความถี่อาร์เอพที่ รับเข้ามาจากสถานีส่งาให้เหลือเป็นความถี่เอเอพ สำหรับแต่ละสถานีรลคอลลอส ซิลเลเตอร์จะผลิตความถี่ที่แตกต่างกันออกไป มีวงจรวงรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรรลคอลลอสซิลเลเตอร์แบบฮาร์ทลีย์ (HARTLEY)

การทาางานของวงจรรลคอลลอสซิลเลเตอร์แบบฮาร์ทลีย์ ที่ประกอบ ด้วยตัวเก็บประจุ C1, C2, และตัวเหนียวนา L1 สัญญาณบ่อนกลับจากเอาต์ พุททางชาคอลลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ จะบ่อนกลับผ่านวงจรรจุน เมื่อกลับ เฟส 180 องศา แล้วจะบ่อนเข้ามาทางขาเบสของทรานซิสเตอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญาอเทินาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตัวต้านทาน R1 และ R2 จะเป็นตัวไบอัสทรานซิสเตอร์ให้ทำงานในลักษณะของวงจรขยายสัญญาณ ส่วนตัวเก็บประจุ C3 เปรียบเสมือนเป็นตัวคัปปลิ่งสัญญาณที่เข้าทางอินพุต โดยปกติวงจรขยายชนิดชาซีมิกเตอร์ร่วมสัญญาณเอาต์พุตที่ไค์ทางซาคอลเลคเตอร์จะมีทิศทางของ เฟสตรงกันข้ามกับสัญญาณอินพุตอยู่ 180 องศา ผลของสัญญาณบ้อนกลับจะมีทิศทางในทางเสริมกับสัญญาณอินพุตทันที วงจรก็จะออสซิลเลทได้

ภาคมิกเซอร์ จุดประสงค์ที่สำคัญของวงจรก็คือ เปลี่ยนความถี่วีเอ็ชเอฟ (VHF) ให้เป็นความถี่ไอเอฟ โดยมีเกน (GAIN) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และให้ห็นออสส์ค่าที่สุด สัญญาณที่ได้รับจากการบีทจะมีค่าของ วีดีโอ ไอเอฟ (VIDEO-IF) อยู่ที่ 38.9 เมกกะเฮิร์ตและออดิโอ ไอเอฟ (AUDIO IF) อยู่ที่ 33.4 เมกกะเฮิร์ต เช่น

ความถี่ของช่อง 3 มีความถี่พาหะภาพอยู่ที่ 55.25 เมกกะเฮิร์ต

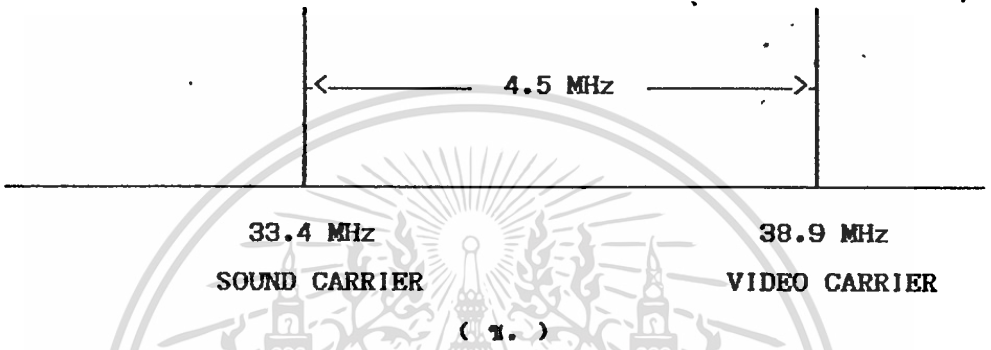
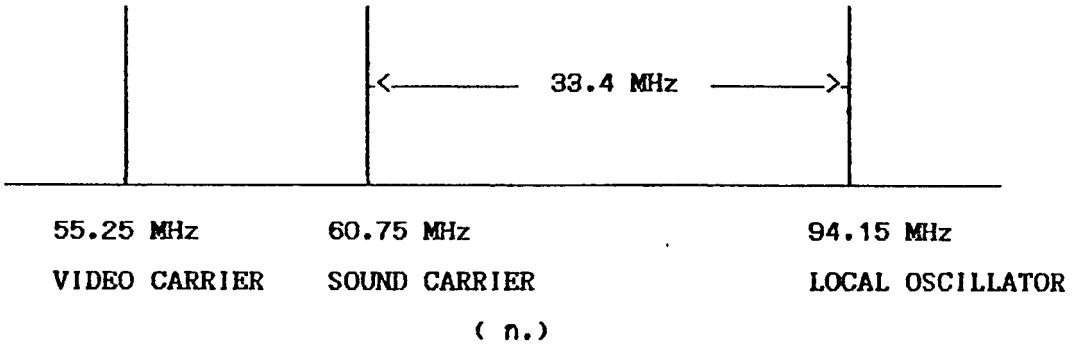
ความถี่พาหะเสียงอยู่ที่ 60.75 เมกกะเฮิร์ต

นั่นคือออสซิลเลเตอร์จะผลิตความถี่ 94.15 เมกกะเฮิร์ต

วีดีโอ ไอเอฟจะเกิดจาก 94.15 เมกกะเฮิร์ต บิ่ทกับ 55.25 เมกกะเฮิร์ต ค่าที่ออกมาคือ $94.15 - 55.25 = 38.90$ เมกกะเฮิร์ต

ออดิโอ ไอเอฟจะเกิดจาก 94.15 เมกกะเฮิร์ต บิ่ทกับ 60.75 เมกกะเฮิร์ต ค่าที่ออกมาคือ $94.15 - 60.75 = 33.40$ เมกกะเฮิร์ต

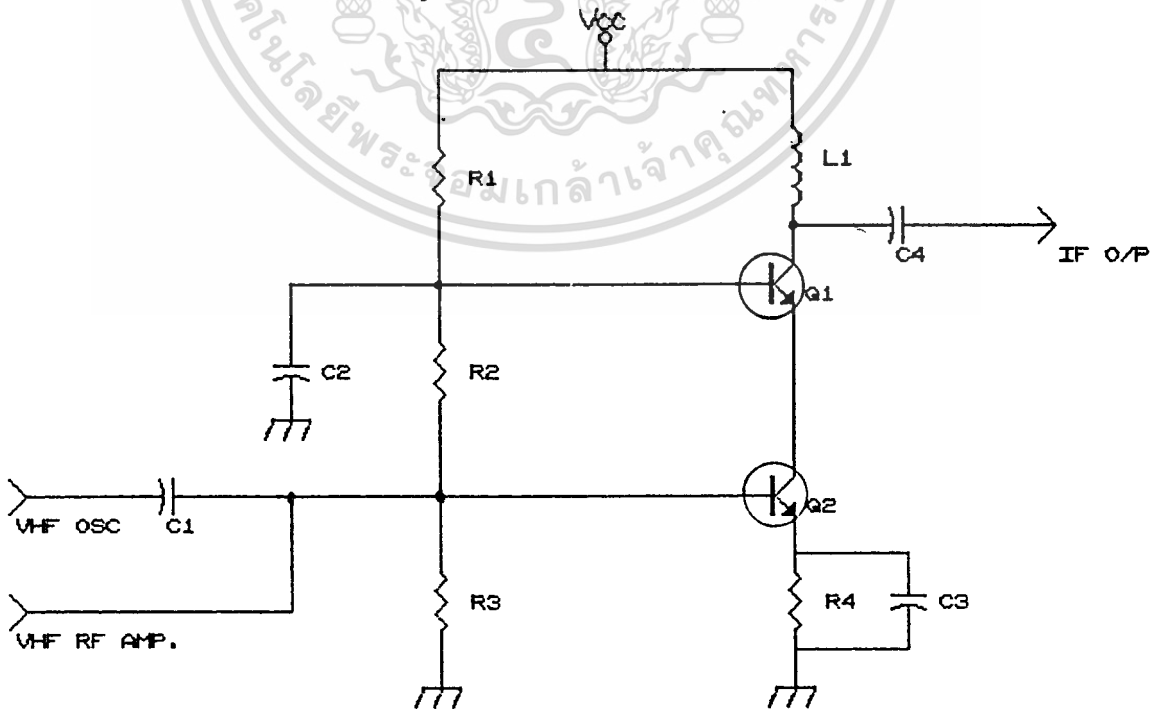
จากรูปที่ 2.9 สัญญาณที่รับได้ก่อนที่จะททำให้เป็นความถี่ไอเอฟ ความถี่พาหะของเสียงจะอยู่เหนือความถี่พาหะของภาพอยู่ 5.5 เมกกะเฮิร์ตดังรูป ก) แต่เมื่อถูกททำให้เป็นความถี่ไอเอฟ ความถี่พาหะของเสียงจะเปลี่ยนมาอยู่ต่ำกว่าความถี่พาหะภาพอยู่ 5.5 เมกกะเฮิร์ตดังรูป ข)



รูปที่ 2.9 ก) แสดงความถี่ก่อนเข้ามิกเซอร์

ข) แสดงความถี่ที่ผ่านมิกเซอร์จนเป็นความถี่ไอเอฟ

วงจรมิกเซอร์แสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงวงจรมิกเซอร์แบบคาสโคด (CASCODE)

ทรานซิสเตอร์ Q2 ทาหน้าที่มีกเซอ์ ส่วน Q1 ทาหน้าที่ยายสัญญาณเอ-
เอฟ

การทางานจะนำทรานซิสเตอร์ตัวแรก (Q2) ซึ่งต่อแบบคอมมอนอีมิค
เตอร์ จะถูกต่อตรงไปยังทรานซิสเตอร์ตัวที่สอง (Q1) ซึ่งต่อแบบคอมมอนเบส
การต่อเช่นนี้มีลักษณะคือให้เกนสูง, การแยกหรือที่เรียกว่า ไอโซเลชัน
(ISOLATION) ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตได้คิ, นอยส์ต่ำ นั่นคือสัญญาณ
จากออสซิลเลเตอร์และอาร์เอฟ จะเข้ามาทางขาเบสของ Q2 และสัญญาณไอ
เอฟ ได้จากขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1

การไบอัสทำที่ขาเบสทั้งสองทั้งของทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 โดย
การควบคุมโวลท์เดทจากตัวต้านทาน R1, R2, R3 ส่วน R4 และตัวเก็บประจุ
C2 เป็นการเพิ่มเสถียรภาพให้คิขึ้น

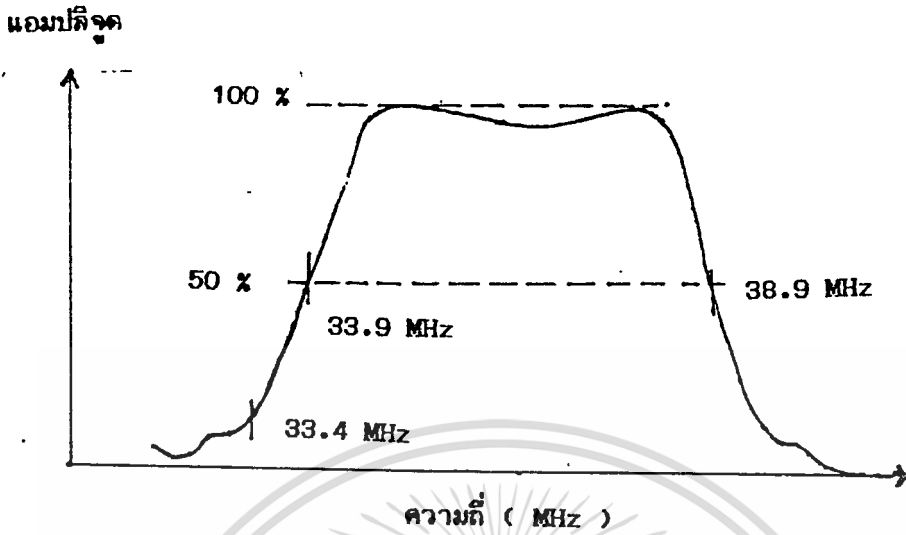
ภาคขยายความถี่ไอเอฟ

ภาคขยายความถี่ไอเอฟ มีหน้าที่คือ

- กำจัดสัญญาณเสียงของช่องสัญญาณข้างเคียงที่อาจเข้ามารบกวน
- กำจัดสัญญาณภาพที่อาจเข้ามารบกวนจากช่องใกล้เคียง
- ขยายสัญญาณไอเอฟให้พอเพียงที่จะไปขับภาคดีเทคเตอร์

ตามปกติสัญญาณไอเอฟ ที่ส่งออกมาจากพรีอันท์เอ็นคั้นมีกำลังต่ำ โดย
ปกติมีค่าอยู่ประมาณ 0.5-1 มิลลิโวลท์เท่านั้น ถ้าเราจะส่งกระแสสัญญาณที่มีแรง
ดันต่ำเข้าไปยังภาคดีเทคเตอร์ ภาคดีเทคเตอร์จะดีเทคสัญญาณไม่ได้ เพราะ
ได้รับกระแสน้อยเกินไป เพราะฉะนั้นเราจึงต้องทำการขยายสัญญาณให้มีค่ามาก
พอที่จะไปขับภาคดีเทคเตอร์ให้ทางานได้โดยทั่วไประมาณ 2-3 โวลท์ (V_{p-p})

ในการขยายสัญญาณไอเอฟ จะทำการขยายทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง
พร้อมกัน แต่จะทำการขยายไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 2.11

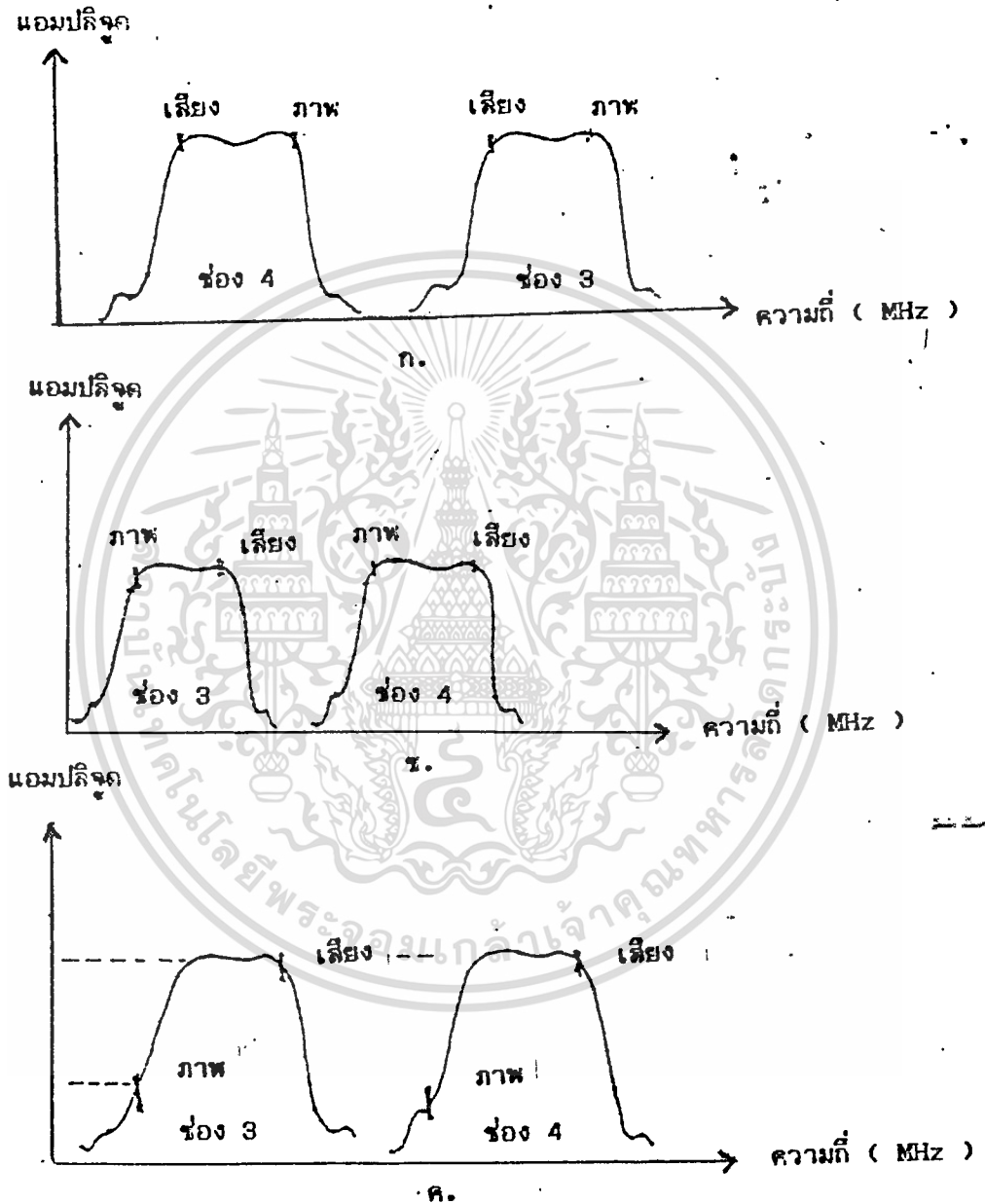


รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการขยายของภาคขยายไอเอฟ

จากรูปที่ 2.11 จะเห็นว่าความถี่พาหะของภาพจะอยู่ที่ 50 % ของเส้น
 แรงดันหนึ่ง เพื่อเป็นการลดความแรงของคลื่นพาหะไม่ให้ไปรบกวนคลื่นข้างเคียง
 ความถี่ไอเอฟของเสียงคือ 33.4 เมกกะเฮิร์ต ก็จะถูกขยายพร้อมว
 กับการขยายเช่นเดียวกัน แต่การขยายนั้นไม่มากเท่าไร เพียง 5-10 % เท่านั้น
 เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะต้องการแก้สัญญาณจากสถานีใกล้เคียงที่อาจส่งผ่านเข้ามา
 ได้ กล่าวคือช่องต่าง ๆ ของทรานส์มิตเตอร์นั้นจะเรียงกันไป เมื่อเราจับช่องใดช่อง
 หนึ่ง สมมุติว่าเป็นช่อง 4 เนื่องจากช่อง 3 อยู่ใกล้ชิดกับช่อง 4 สัญญาณของ
 ช่อง 3 อาจรอดเข้ามาปรากฏที่ช่อง 4 ที่กำลังรับสัญญาณอยู่คือโวลคอลลอสซิล-
 เลเตอร์ของช่อง 4 จะสร้างคลื่นพาหะ 101.15 เมกกะเฮิร์ตขึ้นมาบีทกับสัญญาณ
 ภาพ (62.25 เมกกะเฮิร์ต) ได้ความถี่ไอเอฟภาพเป็น 38.9 เมกกะเฮิร์ต
 และหากการบีทกับสัญญาณเสียง (67.75 เมกกะเฮิร์ต) ได้ความถี่ไอเอฟเสียง
 เป็น 33.4 เมกกะเฮิร์ต ถ้าสัญญาณพาหะเสียงรอดเข้ามาผสม ความถี่พาหะ
 เสียงของช่อง 3 คือ 60.75 เมกกะเฮิร์ต ย่อมเข้ามาผสมกับความถี่ 101.15
 เมกกะเฮิร์ตด้วย ค่าที่ได้จากการบีทคือ 40.40 เมกกะเฮิร์ต ดังรูปที่ 2.12

เอกส)นี้ซึ่งนับว่าใกล้เคียงกับคลื่นไอเอฟภาพของช่อง 4 อยู่มาก นอกจากนี้ยังมีแรงดันสูง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 100 % อีกด้วย ฉะนั้นโอกาสที่สัญญาณเสียงจากช่อง 3 จะเข้าไปรบกวนสัญญาณภาพของช่อง 4 ย่อมเกิดขึ้นได้ง่าย ในทางปฏิบัติจะลดแรงดันของเสียงลงจาก 100 % เหลือ 5-10 % นั่นคือแม้ว่าจะดูใกล้กันแต่ถ้าแรงกันน้อย ก็ไม่อาจจะเล็ดรอดเข้าไปรบกวนได้



- ก) สัญญาณที่รับมาก่อนแปลง เป็นความถี่ 10 เมก
- ข) สัญญาณ 10 เมกที่มีอัตราขยายของภาพและ เสียง เท่ากัน
- ค) สัญญาณ 10 เมกที่มีอัตราขยายของภาพมากกว่า เสียง

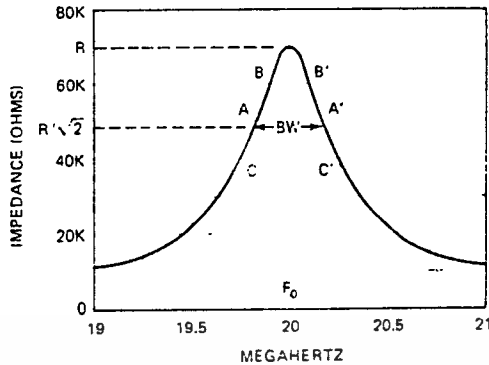
รูปที่ 2.12 แสดงการ เปรียบเทียบการขยายสัญญาณเอ เอชของ

ภาพและ เสียงในอัตราที่ เท่ากันและไม่เท่ากัน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามปกติในการออกแบบวงจรขยายความถี่ไอเอฟ จะไม่ใช้การขยายเพียง 1 หรือ 2 ครั้ง แต่มักจะทำการขยาย 3 ครั้ง (3 สเตจ) เพราะว่าวงจรขยายความถี่ไอเอฟ จะมีอัตราขยายประมาณ 70 เดซิเบลซึ่งถ้าออกแบบให้ขยาย 2 สเตจ ในแต่ละสเตจจะต้องมีเกน 35 เดซิเบล ถ้าเปลี่ยนมาเป็น 3 สเตจ แต่ละสเตจจะมีเกน 23 เดซิเบล นั่นคือถ้าใช้เพียง 2 สเตจก็อาจได้เกนไม่เพียงพอ แต่ถ้าใช้ถึง 4 สเตจจะทำให้กำลังขยายมากเกินไปอาจเกิดการออสซิลเลทได้ง่าย

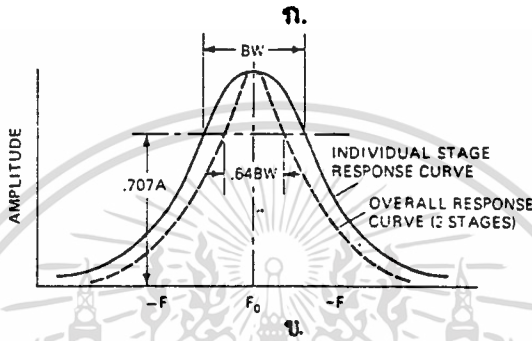
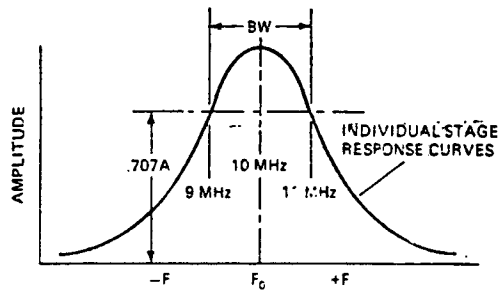
ในการออกแบบวงจรขยายไอเอฟจะใช้วิธีที่เรียกว่า สเตกเกอร์จูนนิ่ง (STAGGER TUNING)

การขยายส่วนของความถี่ไอเอฟภาพ ซึ่งมีแบนด์วิดท์กว้างมากนั้นจะใช้การขยายแบบธรรมดา จะทำได้ยากและทำให้ราคาแพง วิธีแบบง่าย ๆ และประหยัด ที่จะสามารถเพิ่มแบนด์วิดท์ให้กว้างขึ้น ทำได้โดยให้การขยายภายในแต่ละสเตจ มีความถี่ที่จะขยายแตกต่างกันเล็กน้อย การกระทำเช่นนี้จะทำให้ผลตอบสนองรวมของการขยาย มีความกว้างขึ้นกว่าการใช้การขยายเพียงตัวเดียว วิธีนี้รู้จักกันโดยทั่วไปว่า สเตกเกอร์จูนนิ่ง ก่อนอื่นเราจะมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบนด์วิดท์ก่อน จากในรูปที่ 2.13 จะเห็นว่าผลตอบสนองไม่คงที่ แต่ค่าในแต่ละจุดจะไม่เท่ากัน ที่ความถี่รีซแนนซ์ (จากรูปคือ F_0) จะให้ค่าผลตอบสนองมีค่าสูงสุด หรือมีอิมพีแดนซ์สูงสุด จากนั้นค่าที่ได้จะมีค่าลดลงไปเรื่อย ๆ ในทั้งสองด้านของความถี่รีซแนนซ์ จนถึงค่าหนึ่งจะสามารถตัดทิ้งไปได้ ยกตัวอย่างเช่น ความถี่ที่ B ถึง B' ในรูปเป็นแบนด์พาสของวงจร แต่ไม่ได้หมายความว่ามันจะเป็นตัวป้องกันไม่ให้ความถี่อื่นผ่าน แต่ที่ความถี่อื่นจะมีอัตราขยายที่น้อย จากรูปที่ 2.13 ในทางปฏิบัติจะถือว่าความถี่ใดก็ตาม ถึงแม้ว่าจะสูงหรือต่ำกว่าค่า F_0 แต่ถ้าสามารถผ่านวงจรไปได้แรงเกินกว่า 70.7 % ของค่าความแรงสูงสุด ก็ถือว่าความถี่นั้นสามารถผ่านได้ จากรูปคือจากจุด A ถึง A' ซึ่งจะมีค่า ประมาณ 0.4 เมกกะเฮิรต



รูปที่ 2.13 แสดงผลตอบสนองต่อของวงจรจูน

ถ้าพิจารณาวงจรขยายแบบวงจรจูน 2 ตัวต่อกัน โดยมีจูนที่ความถี่เดียวกัน การต่อในลักษณะเช่นนี้เรียกว่า คาสเคด (Cascade) ค่าของผลตอบสนองความถี่ จะมีค่าไม่เท่ากับแบนด์วิดท์ของวงจรทั้งสอง แต่จะมีค่าเพียง 64 % ของค่าแบนด์วิดท์เดิม สมมติให้ที่ F_0 มีค่าเท่ากับ 1 และที่ขอบของแบนด์วิดท์มีค่าเท่ากับ 0.707 สมมุติว่ามีความถี่รีโซแนนซ์อยู่ที่ 10 เมกกะเฮิร์ต และที่ขอบของแบนด์วิดท์คือค่า 9 เมกกะเฮิร์ต และ 11 เมกกะเฮิร์ต ถ้าความถี่ทั้ง 3 ค่านี้ มีค่าแอมพลิจูดคือ 1 โวลต์ที่อินพุต ค่าเอาต์พุตจะมีค่าดังนี้ $1 \times 0.707 = 0.707$ โวลต์ที่ความถี่ 9 เมกกะเฮิร์ต , $1 \times 1 = 1$ โวลต์ ที่ความถี่ 10 เมกกะเฮิร์ต , และ $1 \times 0.707 = 0.707$ โวลต์ ที่ความถี่ 11 เมกกะเฮิร์ต



รูปที่ 2.14 ก. - ข. เป็นวงจรแบบสองจุดที่มีความถี่รีซแนนซ์เท่ากัน ผลตอบสนองต่อความถี่จะมีแบนด์วิธที่แคบกว่าแบบที่ ข. เพียงครึ่งเดียว

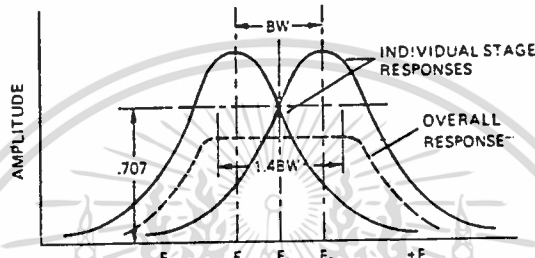
นำความถี่ทั้ง 3 ค่านี้ผ่านวงจรตัวที่ 2 ซึ่งมีคุณลักษณะ เช่นเดียวกัน จะได้ผลลัพธ์ของเอ๊าท์พุทคือ $0.707 \times 0.707 = 0.5$ จวลท์ที่ความถี่ 9 เมกกะเฮิรต์ , $1 \times 1 = 1$ จวลท์ ที่ความถี่ 10 เมกกะเฮิรต์ และ $0.707 \times 0.707 = 0.5$ จวลท์ ที่ความถี่ 11 เมกกะเฮิรต์

หลังจากผ่านวงจรขยายทั้งสองตัวแล้ว ที่ความถี่ 9 และ 11 เมกกะเฮิรต์ จะมีค่าไม่ถึง 70.7 % นั่นคือผลลัพธ์ที่ไ้จะมีแบนด์วิธที่แคบกว่าเดิม ซึ่งจริงแล้วจะมีแบนด์วิธประมาณ 64 % ของแบนด์วิธเดิมดังรูปที่ 2.14

คราวนี้กับมาพิจารณากันใหม่ ำให้แต่ละตัวมีแบนด์วิธเท่ากัน ดังแสดงบนรูปที่ 2.15 แต่ให้ค่าที่ความถี่รีซแนนซ์มีค่าต่างกัน ผลลัพธ์ที่ออกมาของผลตอบสนองความถี่ทั้งหมดจะมีแบนด์วิธเป็น 1.4 เท่าของแบนด์วิธที่เข้า

แบบสเตรตเจีย อย่างไรก็ตามค่าเกนจะมีค่าเพียงครึ่งเดียวของวงจรที่ทำเป็น

ยกตัวอย่างเช่น ที่ F_1 แสดงแรกขยายที่แอมพลิจูด 1 โวลต์ ส่วนแสดงที่ 2 ที่ความถี่ F_1 นี้จะขยายเพียง 0.5 โวลต์ นั่นคือจะได้ผลลัพธ์เป็น $1 \times 0.5 = 0.5$ โวลต์ ส่วนที่ความถี่ F_2 แสดงแรกและแสดงที่ 2 มีอัตราขยายเท่ากัน คือ 0.707 โวลต์ นั่นคือผลลัพธ์ที่ออกมาจะมีค่า $0.707 \times 0.707 = 0.5$ โวลต์ นั่นคือเราจะได้ค่าอัตราขยายที่มีค่าเท่ากันโดยสามารถมีแบนด์วิคท์ที่มากขึ้น



รูปที่ 2.15 แสดงวงจรที่มีจำนวน 2 จุด ที่นำมาต่อแบบสแตกเกอร์จูนนิ่ง เอาท์พุทที่ออกมาจะมีแบนด์วิคท์กว้างขึ้น

ปัญหาที่จะเกิดในภาคขยายไอเอฟภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- การสูญเสียสัญญาณทั้งหมด ซึ่งมีสาเหตุมาจากไม่มีไฟเลี้ยง หรือจากการผิดปกติของไอซี และส่วนประกอบของมัน

- การสูญเสียสัญญาณบางส่วน มีสาเหตุมาจากการผิดปกติในภาคไอเอฟ ผลลัพธ์คือภาพจะมีคอนทราสต์ (Contrast) ไม่เพียงพอ ถ้าพร้อมที่เอ็นด์ทางานปกติ จะไม่มีสโนว์ (Snow) ในภาพ สโนว์นั้นเกิดจากความผิดปกติในการตั้งค่า เอจิสตี ไม่ถูกต้อง หรือความผิดปกติของภาคขยายอาร์เอฟ

- ปัญหาจาก เอจิสตี คืออาจจะทำการบ้อนมากหรือน้อยไป

ภาคดีเทคเตอร์

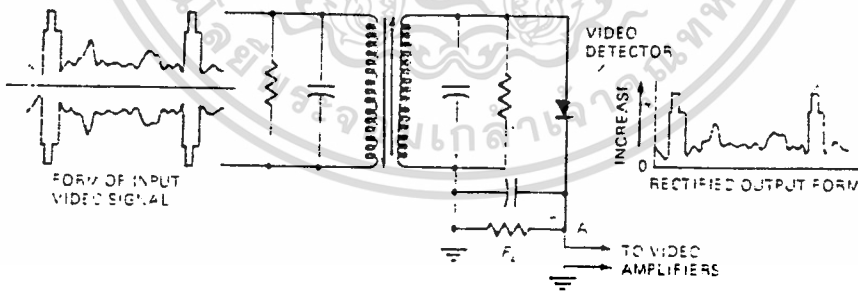
สัญญาณไอเอฟจะเข้าภาคดีเทคเตอร์ เพื่อดีเทคคลื่นไอเอฟภาพซึ่งเป็นสัญญาณเอเอ็มมาให้เหลือแค่ซิกนอล แล้วทำการกำจัดคลื่นพาหะทิ้งไปเหลือแค่สัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกไอเอเฟเสียงออกจากไอเอเฟภาพนั้นทำได้ 2 วิธี

วิธีแรก ใช้กับวงจรเครื่องรับโทรทัศน์ในยุครุ่นแรกๆ โดยจะใช้ระบบแยกสัญญาณเสียง ซึ่งสัญญาณเสียงนี้ก็ได้มาจากเอาท์พุทของส่วนมิกเซอร์ โดยฟิลเตอร์จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้สัญญาณภาพเข้ามารบกวนกัน ข้อเสียของวิธีนี้คือจะต้องใช้วิธีการจูนที่ต้องการความละเอียดมาก ซึ่งจะทำให้ราคาแพง

วิธีที่สอง (ใช้กันในปัจจุบัน) รู้จักกันในชื่อ อินเทอร์แคเรีย ซาวด์ซิสเต็ม (Intercarrier sound system) วิธีนี้จะไม่มีข้อเสียเหมือนแบบแรก วิธีแบบอินเทอร์แคเรียนั้นจะยอมให้ความถี่ไอเอเฟเสียงผ่านวงจรขยายไอเอเฟภาพได้ แต่จะถูกกักสัญญาณ การแยกสัญญาณเสียงจากภาควีดิโอดีเทคเตอร์ ทำได้โดยจะนำเอาคลื่นไอเอเฟภาพที่ยังไม่ได้ผ่านการดีเทค นำไปผสมกับคลื่นไอเอเฟเสียงให้เหลือความถี่ใหม่ คือความถี่ 5.5 เมกกะเฮิร์ต จากความถี่เดิม 33.4 เมกกะเฮิร์ต ฟิลเตอร์ในส่วนของภาคขยายสัญญาณภาพจะทำการแยกไอเอเฟเสียง 5.5 เมกกะเฮิร์ตจากสัญญาณภาพ โดยสัญญาณไอเอเฟเสียงสามารถผ่านออกมาจากภาคขยายสัญญาณภาพ เพราะว่าสัญญาณภาพมีความถี่สูงสุดที่ 5 เมกกะเฮิร์ต แต่ของไอเอเฟเสียงมีค่า 5.5 เมกกะเฮิร์ต



รูปที่ 2.16 แสดงสัญญาณภาพที่ดีเทคได้

นั่นคือเมื่อคลื่นไอเอเฟภาพและเสียง ผ่านภาคขยายไอเอเฟแล้วจะได้

IF ภาพ = 38.9 เมกกะเฮิร์ต

IF เสียง = 33.4 เมกกะเฮิร์ต

IF เสียงคว่ำหมี่ = 38.9 - 33.4 เมกกะเฮิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ห้ามการนำมาใช้โดยไม่ขออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

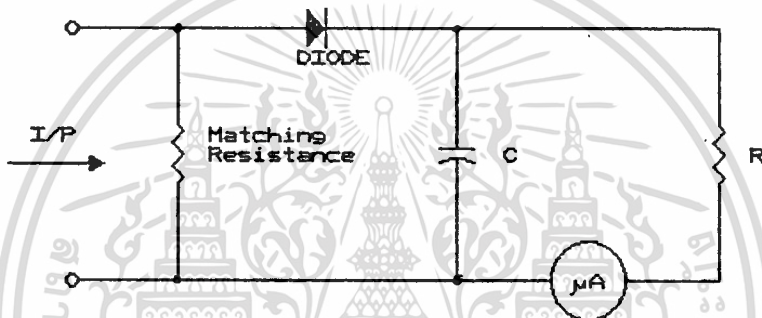
= 5.5 เมกกะเฮิรต์

การทำงานของวงจรถีเทคเตอร์ จะเป็นลักษณะเชิงเส้น

สัญญาณขาเข้าที่ออกมาซึ่ง เป็นสัญญาณ AC จะทำการแปลงให้มีค่าใกล้เคียง

เคียงกับสัญญาณ DC คือพยายามให้มีค่าริบเบิล (RIPPLE) น้อยที่

สุด โดยต่อ C และ R ดังรูปที่ 2.17

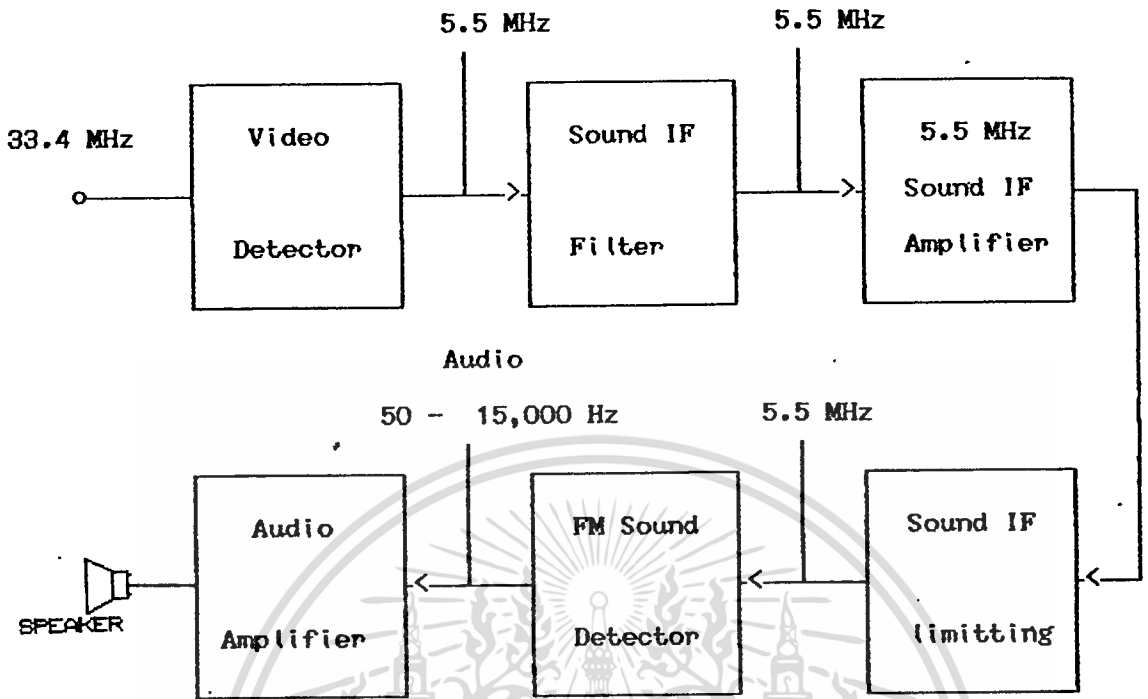


รูปที่ 2.17 แสดงวงจรถีเทคเตอร์ และการต่อเข้าแอมป์มิเตอร์

ค่า R และ C ถูกกำหนดจกค่าไทม์คอนสแตนท์ ($T < RC$) ซึ่งค่า RC ควรจะมากกว่าค่า T มาก เพื่อให้สัญญาณที่ได้เรียบ มีลักษณะเป็นพัลส์ตรงมากที่สุด โดยวงจรถีเทคเตอร์ที่ใช้ในการตีเทคได้แก่ วงจรถีเทคเตอร์ (ENVELOPE DETECTOR)

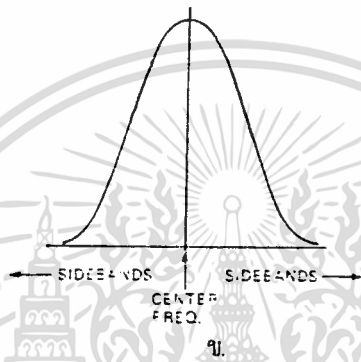
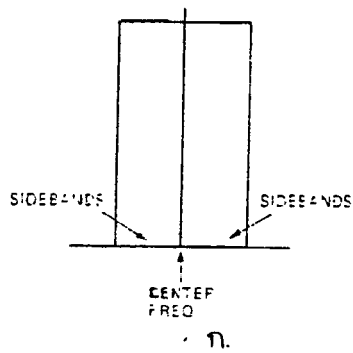
วงจรถีเทค

วงจรถีเทคประกอบด้วยวงจรถีเทคส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงบล็อกไดอะแกรมภาคสัญญาณเสียง เครื่องรับวิทยุ

จากรูปที่ 2.18 อธิบายการทำงานได้ว่า สัญญาณพาหะของเสียงที่ได้รับใหม่หลังภาครีซีทีเทคเตอร์ จะเปลี่ยนจากความถี่ 33.4 เมกกะเฮิร์ตเป็นความถี่ 5.5 เมกกะเฮิร์ต ความถี่นี้จะถูกส่งไปขยายครั้งหนึ่งก่อน แล้วจึงส่งต่อไปยังวงจรลิมิตเตอร์ เพื่อลดการมีขนาดไม่เท่ากันของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณรบกวนอื่น ๆ ที่สอดแทรกเข้ามาและมีขนาดของแอมพลิจูดสูงให้มีขนาดเท่ากัน ดังรูปที่ 2.19 เมื่อสัญญาณเอเอฟผ่านวงจรลิมิตเตอร์แล้ว ก็จะเข้าสู่ภาคดีเทคเตอร์เพื่อดีเทคสัญญาณเสียง หรือที่เรียกว่าดีมอดูเลเตอร์ (DEMODULATOR) วิทยุมีสัญญาณเข้า 4.5 เมกกะเฮิร์ต สัญญาณที่ออกมาจะเป็นสัญญาณออกที่โยนความถี่ 50-15,000 เฮิร์ต จากนั้นจึงป้อนเข้าสู่วงจรขยายออกดีโอ ซึ่งภาคนี้อาจประกอบด้วยวงจรขยายตั้งแต่ 1 สเตจขึ้นไป แล้วแต่ว่าสัญญาณที่ได้รับมาจากภาคเอเอ็มดีเทคเตอร์มีระดับสูงต่ำเพียงใด เพื่อให้มีค่ามากพอที่จะป้อนให้แก่ลำโพงในระดับที่เหมาะสม



รูปที่ 2.19 ก. แสดงสัญญาณที่รับมา
 ข. สัญญาณที่ผ่านลิ้มิตเตอร์แล้ว

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

วงจรลดทอน

จากรูปที่ 2.4 และสมการที่ 2.2 และ 2.3

ค่าของอิมเมจอิมพีแดนซ์ขาเข้าและขาออกเท่ากัน คือมีค่า 50 โอห์ม ค่าลดทอนที่ต้องการคือระดับ 10 เดซิเบล

เพราะฉะนั้น

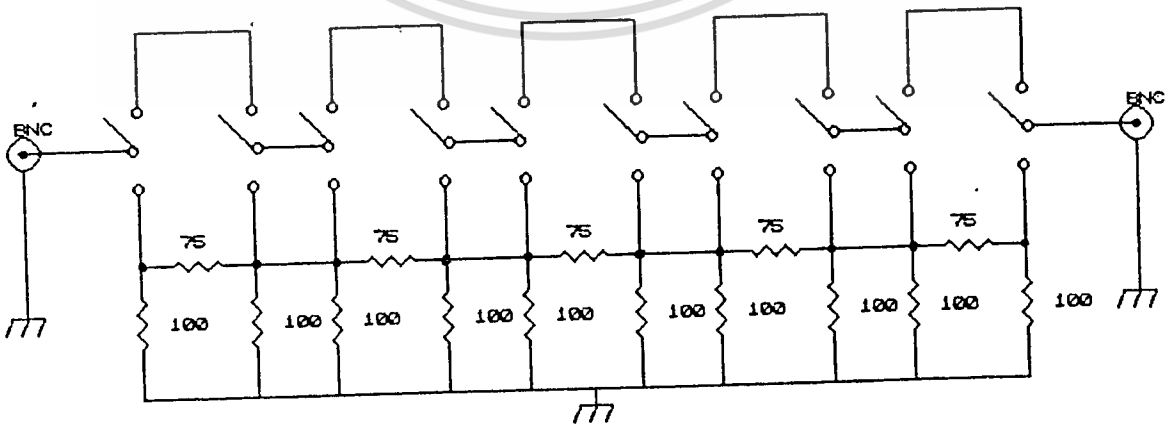
$$N = 10^{10/20} = 10^{1/2} = \sqrt{10} = 3.16$$

แทนค่าลงในสมการ 2.2 และ 2.3 จะได้ค่า R1, R2, R3 ดังนี้

$$\begin{aligned} R1 = R3 &= Z_0 \left(\frac{N+1}{N-1} \right) \\ &= 50 \left(\frac{3.16+1}{3.16-1} \right) \\ &= 96.2 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R2 &= Z_0 \left(\frac{N^2-1}{2N} \right) \\ &= 50 \left(\frac{3.16^2-1}{2 \times 3.16} \right) \\ &= 71.2 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

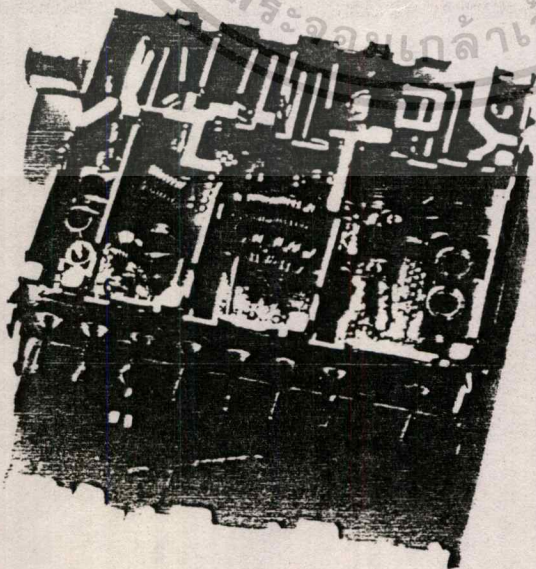
เนื่องจากค่าตัวต้านทาน 96.2 โอห์ม และ 71.2 โอห์ม ไม่มีขายในท้องตลาด จึงใช้ค่าที่ใกล้เคียงที่มีขายอยู่คือค่า 100 และ 75 โอห์มตามลำดับ นั่นคือจะได้วงจรดังรูปที่ 3.1



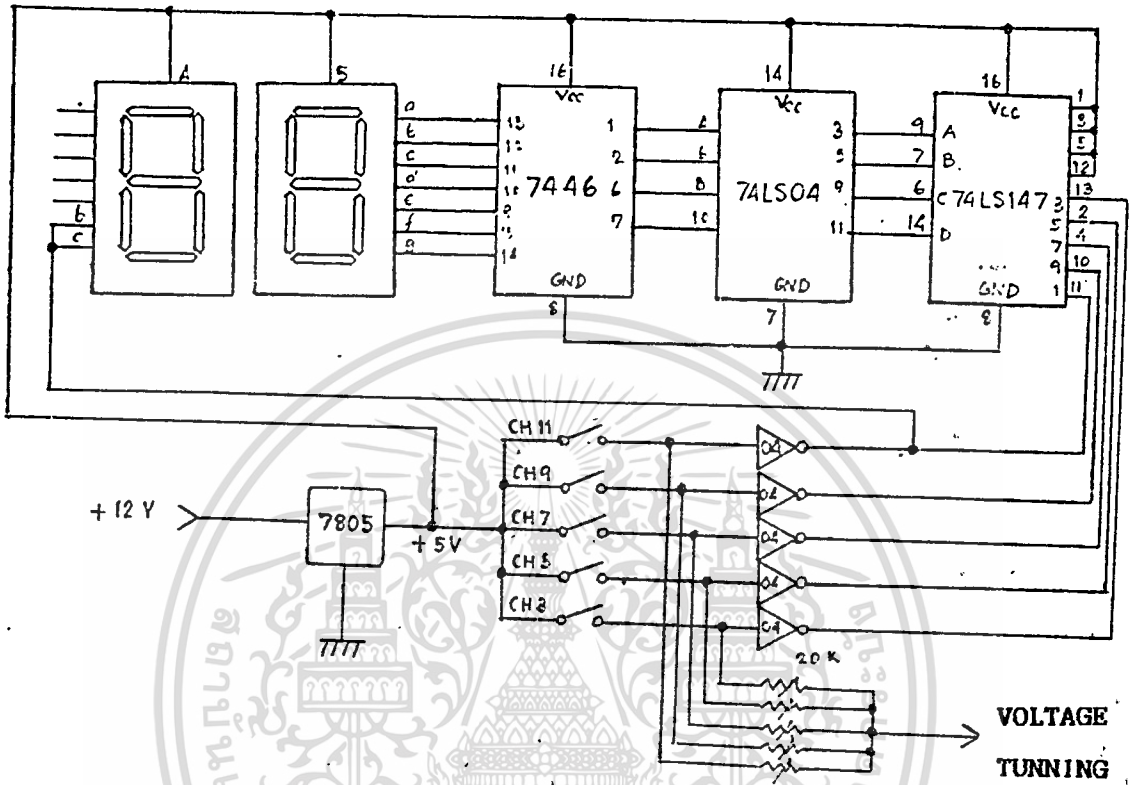
ภาคพร้อมท์เอ็นค

ในภาคพร้อมท์เอ็นคที่นำมาใช้ประกอบในวงจรนั้น ใช้วงจรสำเร็จรูปดังรูปที่ 3.2 (วงจรภายในของพร้อมท์เอ็นคมีแสดงไว้ในภาคผนวก) วัตถุประสงค์ของการบ้อนสัญญาณไฟตรง เข้าแต่ละขาของตัวพร้อมท์เอ็นค คือไฟเลี้ยง (ขา B) 12 วัตต์, ช่องสัญญาณที่อยู่ย่านแบนด์สูง (BH) 11.5 วัตต์, ช่องสัญญาณที่อยู่ย่านแบนด์ต่ำ (BL) 9 วัตต์ ส่วนขาวัตต์เตจจูนนิ่ง (VT) ซึ่งหาหน้าที่เป็นตัวจูนช่องสัญญาณ จะถูกบ้อนสัญญาณไฟตรงในแต่ละช่องสัญญาณมีค่าไม่เหมือนกัน วิทยุรายละเอียดดังนี้

- ช่อง 3 ต้องบ้อนระดับสัญญาณไฟตรงมีค่า 2 วัตต์
- ช่อง 5 ต้องบ้อนระดับสัญญาณไฟตรงมีค่า 7 วัตต์
- ช่อง 7 ต้องบ้อนระดับสัญญาณไฟตรงมีค่า 8.5 วัตต์
- ช่อง 9 ต้องบ้อนระดับสัญญาณไฟตรงมีค่า 10 วัตต์
- ช่อง 11 ต้องบ้อนระดับสัญญาณไฟตรงมีค่า 11.5 วัตต์



รถยนต์การ เปลี่ยนช่องสัญญาณ จะใช้สวิตช์แบบบิตหมุนมาประกอบทั้งแสดงใน รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรบ่อนสัญญาณไฟตรงให้ชาวจวลท์ เองจูนนิ่งและ การต่อวงจร เพื่อแสดงตัวเลขของช่องสัญญาณนั้น

ค่าตัวต้านทานต่าง ๆ ที่ใช้ในการแปลงค่าระดับสัญญาณไฟตรงจาก 12 จวลท์ ให้เหลือระดับสัญญาณค่าต่าง ๆ เพื่อไปจูนช่องสัญญาณในแต่ละช่อง จะทำ ำก็รถยนต์การทดลองใช้ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ รถยนต์การ เปลี่ยนค่าความต้าน- ทานไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าที่ต้องการ

หลังจากนั้นจะบาระดับสัญญาณไฟตรงที่ออกมาจาก เอาท์พุทของสวิตช์มาทำ การ เปลี่ยนให้เหลือระดับสัญญาณเป็น 5 จวลท์ เพื่อทำการบ่อนสัญญาณเข้ารหัส (ENCODER) รถยนต์การจูนเข้ารหัสที่ใช้คือไอซีเบอร์ 74147 ดังแสดงด้วยเส้น ประาณรูปที่ 3.3 วงจรเข้ารหัสนี้จะทำการ เปลี่ยนรหัสเลขฐานสิบ ให้เป็น รหัสเลขฐานสอง จากนั้นจะนำเอาท์พุทที่ได้ ซึ่งเป็นรหัสเลขฐานสองบ่อน

เข้าสู่วงจรถอดรหัส(DECODER) ซึ่งเป็นไอซีเบอร์ 7446 รถยนต์การสัญญาณเอาท์- การค่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานที่ไม่หวังกำไร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

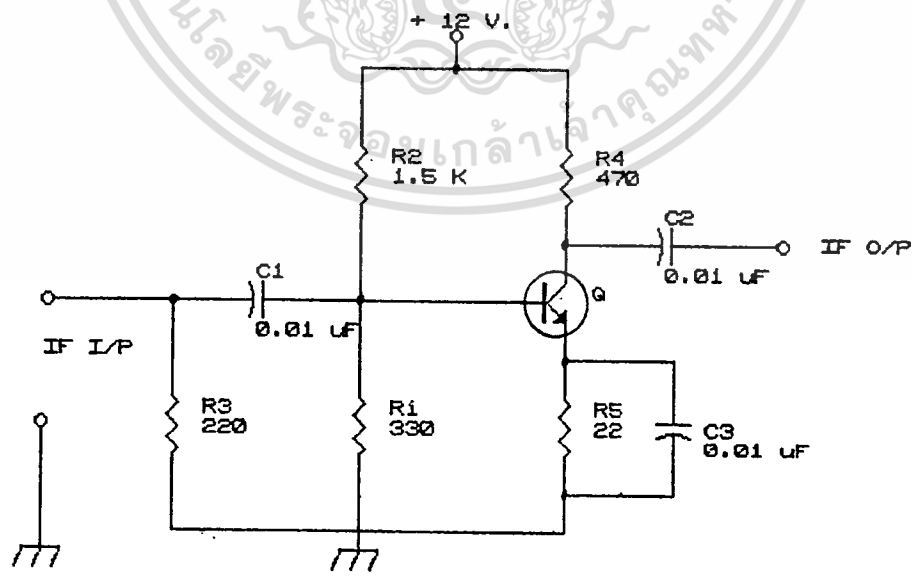
พู่ที่ได้ออกมาจะต่อเข้ากับแอลอีดี (LED) เพื่อบังคับให้แอลอีดีทำการแสดงผลเป็นตัวเลขของช่องสัญญาณนั้น

ตัวอย่างเช่น เลือกรับช่องสัญญาณทีวีช่อง 3 จะทำการบิตช่องสวิตช์ไปที่ช่อง 3 หลังจากที่ได้ตัวต้านทานแปลงระดับสัญญาณโดยตรง 12 โวลต์ให้เป็น 5 โวลต์แล้ว จะทำการบิตเข้าสู่ขาที่ 13 ใดๆอินพุตที่เข้ามาเป็นแบบรหัสเลขฐานสิบ ไอซีเบอร์ 74147 จะทำการแปลงรหัสให้เป็นรหัสเลขฐานสอง นั่นคือค่าเอาต์พุตจะเป็น 0011 สัญญาณที่ได้นี้จะบิตเข้าสู่วงจรถอดรหัส ใดๆวงจรถอดรหัสจะมีเอาต์พุตอยู่ 7 ขา หากการต่ออยู่กับแอลอีดี 7 เซกเมนต์ (จาก a ถึง g เซกเมนต์) ดังรูปที่ 3.4 นั่นคือ แอลอีดีจะติดที่เซกเมนต์ a, b, f, g ซึ่งจะเรียงกันเป็นเลข 3

ภาคขยายไอเอฟ

ก่อนที่สัญญาณไอเอฟจากภาคพรีแอมป์จะเข้าสู่ภาคขยายไอเอฟ เราจะต้องภาคปริแอมป์ระหว่าง 2 ภาค เพื่อให้ค่าไอเอฟที่ได้รับมีค่ามากพอที่จะบิตให้กับภาคขยายสัญญาณไอเอฟ

ในภาคปริแอมป์นั้นใช้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2SC388A ซึ่งต่อวงจรดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรไบอัสทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การออกแบททำเครื่องนี้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกค่าจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ให้เหมาะสม ในที่นี้เลือกค่า $I_c = 10$ มิลลิแอมป์ , $V_{cc} = 10$ โวลต์ , $\beta = 3$ ระบุจากคู่มือทรานซิสเตอร์ประกอบ

2. เพื่อให้ทรานซิสเตอร์มีเสถียรภาพที่ดี เราจะใช้ค่า $V_e = 0.2$ โวลต์

3. ประมาณค่า $I_b = I_c$

4. หาค่า R_e เมื่อทราบค่า I_e และ V_e

$$\begin{aligned} R_e &= V_e / I_e \\ &= 0.2 / 10 \text{ (mA)} \\ &= 20 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

5. จากค่า V_{cc} , V_e และ I_c จะหาหาค่า R_c ได้

$$\begin{aligned} R_c &= (V_{cc} - V_e) / I_c \\ &= (10 - 5.3) / 10 \text{ (mA)} \\ &= 470 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

6. เมื่อรู้ค่า I_c และ β คำนวณค่า I_b

$$\begin{aligned} I_b &= I_c / \beta \\ &= 10 / 3 \text{ มิลลิแอมป์} \end{aligned}$$

7. เมื่อรู้ค่า V_e และ V_{be} คำนวณหา V_{bb}

$$\begin{aligned} V_{bb} &= V_e + V_{be} \\ &= 0.2 + 0.75 \\ &= 0.95 \text{ โวลต์} \end{aligned}$$

8. สมมติค่าของ I_{bb} ให้มีค่า 3 มิลลิแอมป์

9. รู้ค่า I_{bb} และ V_{bb} คำนวณหาค่า R_1

$$\begin{aligned} R_1 &= V_{bb} / I_{bb} \\ &= 0.95 / 3 \text{ (mA)} \\ &= 320 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

10. รู้ค่า V_{cc} , V_{bb} , I_{bb} , และ I_b คำนวณหา R_2

$$R_2 = (V_{cc} - V_{bb}) / (I_{bb} + I_b)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 $= (10 - 0.95) / (3 \text{ (mA)} + 3.3 \text{ (mA)})$
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 9.05/6.3 \text{ (mA)}$$

$$= 1440 \text{ โอห์ม}$$

ส่วนค่า C1 ซึ่งต่อเข้าทางค่านิสาสัญญาณเข้า C2 ต่อเข้าทางค่านิสาสัญญาณออก C1 และ C2 ใส่เพื่อป้องกันกระแสไฟตรงจากบรีแอมป์ ไปยังภาคข้างเคียงที่ติดกัน หรือเป็นตัวกันกระแสไฟตรงของวงจรภาคขยายในวงจรข้างเคียงที่ไหลเข้ามารบกวนการทำงานของบรีแอมป์ และค่า R3 ที่ต่ออยู่นั้น ใส่เพื่อ เป็นตัวแมทซ์อย่างง่ายระหว่างภาคพรีอัมป์ เข้ากับภาคบรีแอมป์

จากนั้นสัญญาณจะ เข้าสู่ วงจรฟิลเตอร์ เพื่อกรอง เฉพาะสัญญาณเอเอเฟที่ต้องการ สัญญาณเอเอเฟจะ เข้าสู่ วงจรภาคขยายเอเอเฟตามรูปที่ 3.6 สัญญาณ (ที่ออกมา มีทั้งสัญญาณภาพที่ดี เทคโนโลยีทันสมัยทั้ง ไปแล้ว) กับสัญญาณออกอิโอดีเอเอเฟ

สัญญาณภาพจะถูกแยก เข้าสู่ วงจร RC เพื่อทำสัญญาณให้มีค่าใกล้เคียง กับสัญญาณ DC โดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุกำหนดจาก $T = RC$ เมื่อ $T = 0.05$ วินาที สมมติให้ใช้ค่าตัวเก็บประจุ = 0.5 ไมโครฟารัด นั่นคือ R จะมีค่า

$$R = 0.05 / 0.5 \text{ (ไมโครฟารัด)}$$

$$= 100 \text{ กิโลโอห์ม}$$

ส่วนสัญญาณเอเอเฟอิมของออกอิโอดีเอเอเฟ จะถูกแยกออกมาเพื่อ เข้าสู่ วงจรออกอิโอดี แต่ก่อนที่จะ เข้าสู่ วงจรออกอิโอดี จะผ่านวงจร ฟิลเตอร์เพื่อกรอง เฉพาะความถี่สูง เท่านั้น โดยวงจรฟิลเตอร์หาได้ดังนี้

สมมติว่าต้องการให้มีค่าลดทอน 6 เดซิเบล ที่ความถี่ 4.5 เมกกะเฮิร์ต นั่นคือจะได้

$$F / F_c = 4.5 / 5.5$$

$$= 0.81$$

แต่เราต้องการ วงจรกรองความถี่สูง จะทำให้ลดทอนกลับค่า จะได้

$$F_c / F = 1.23$$

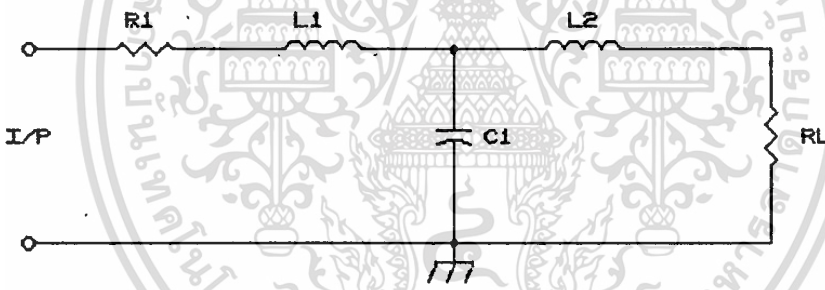
จากวงจรที่ใช้เป็นแบบเชบิเชฟ (Chebyshev) ซึ่งเป็นวงจรกรองความถี่สัญญาณต่ำ และเลือกค่า ริปเปิลน้อยๆ ซึ่งในวงจรที่ใช้เลือกค่า ริปเปิล 0.01 เดซิเบล นอกจากรูปแสดงการสูญเสียของสัญญาณในวงจรกรองความถี่ต่ำโดยจะเน้นการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ค่า $N = 3$ และวงจรที่ใ้ดังรูปที่ 3.5 และให้ค่า $R1 = R_s$ จากตาราง แสดงค่า L และ C ในวงจรกรองความถี่ต่ำ แบบเชบีเชฟ ที่ค่าริบเบิล = 0.01 เดซิเบล มีค่า $L1 = 1.433 = L2$ และค่า $C1 = 1.594$

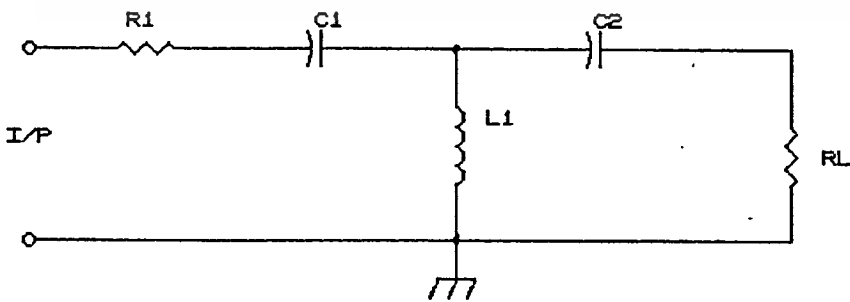
ค่าที่ใ้คี่นี้เป็นของวงจรกรองความถี่ต่ำ จะทำเป็นวงจรกรองความถี่สูง ทำได้โดยการเปลี่ยนค่าต่างว เป็นตรงกันข้ามคือ

1. เปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำเป็นตัวเก็บประจุ
2. เปลี่ยนตัวเก็บประจุเป็นตัวเหนี่ยวนำ
3. ค่าของ L เปลี่ยนเป็น $1/C$
4. ค่าของ C เปลี่ยนเป็น $1/L$

จะใ้วงจรใ้ดังรูปที่ 3.5 ข.



ก.



ข.

รูปที่ 3.5 ก. แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ข. แสดงวงจรกรองความถี่สูง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ หาค่าตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ จากสูตร

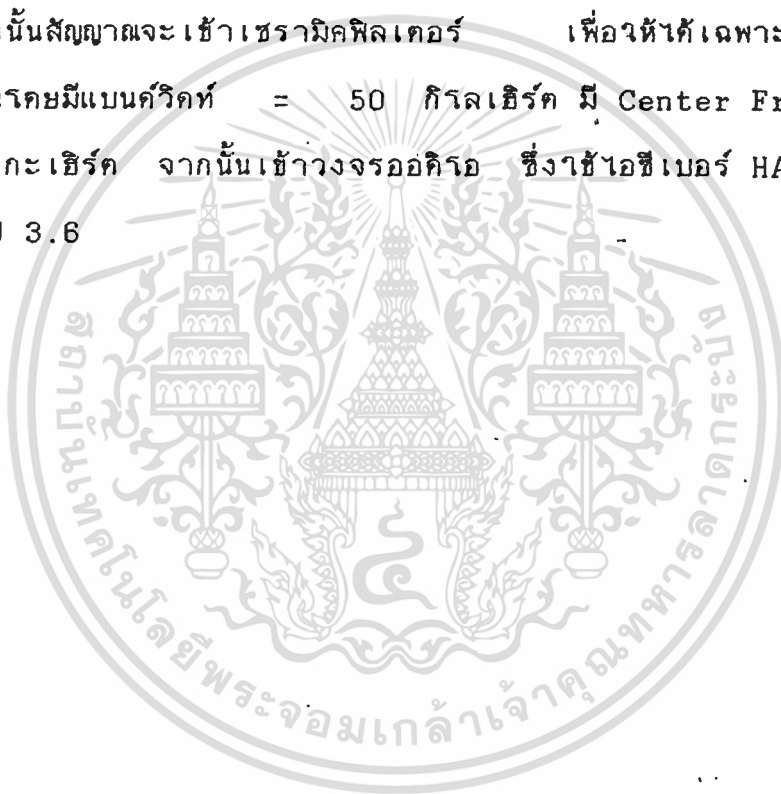
$$C = C_n / 2 * \pi * F_c * R$$

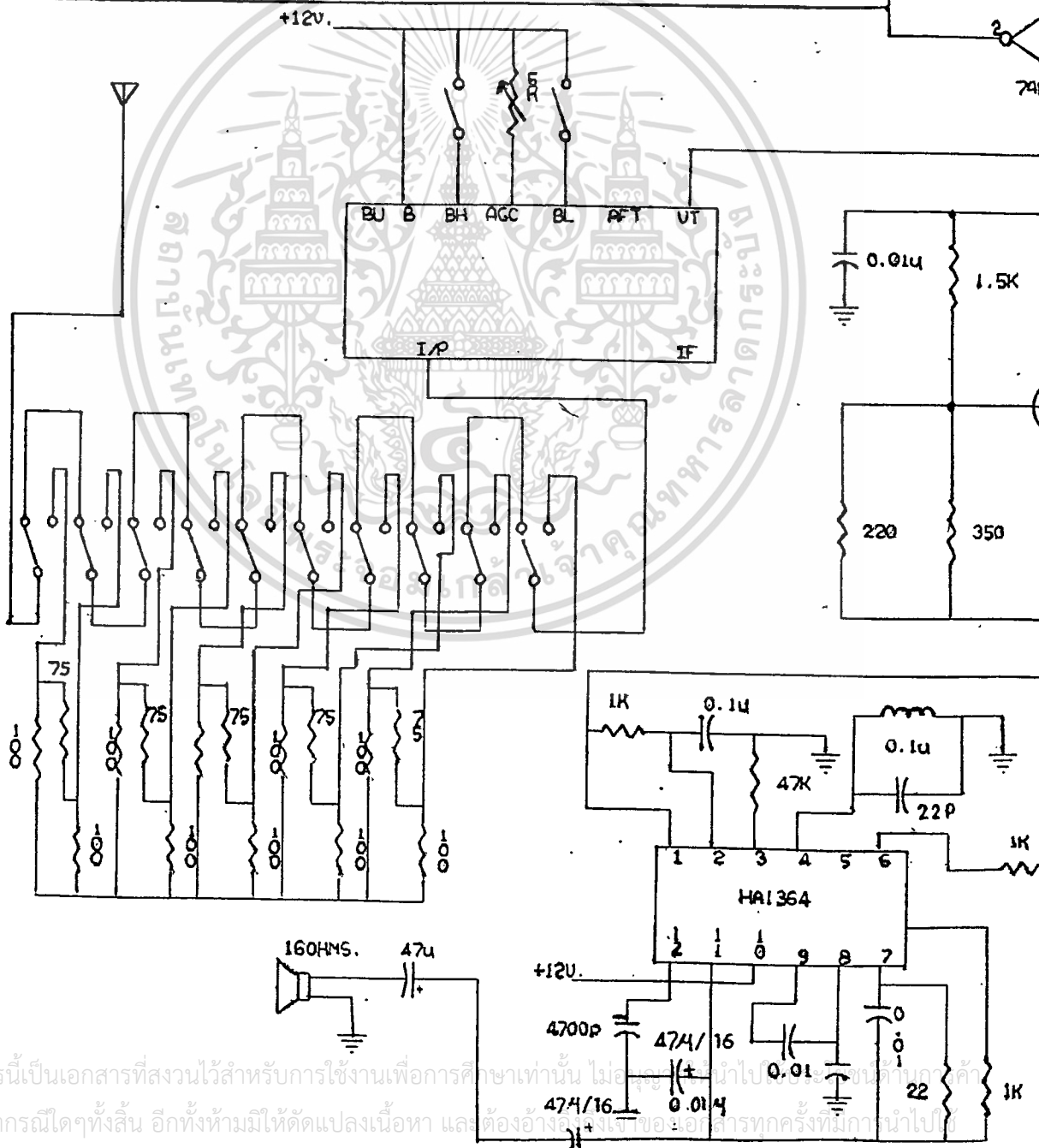
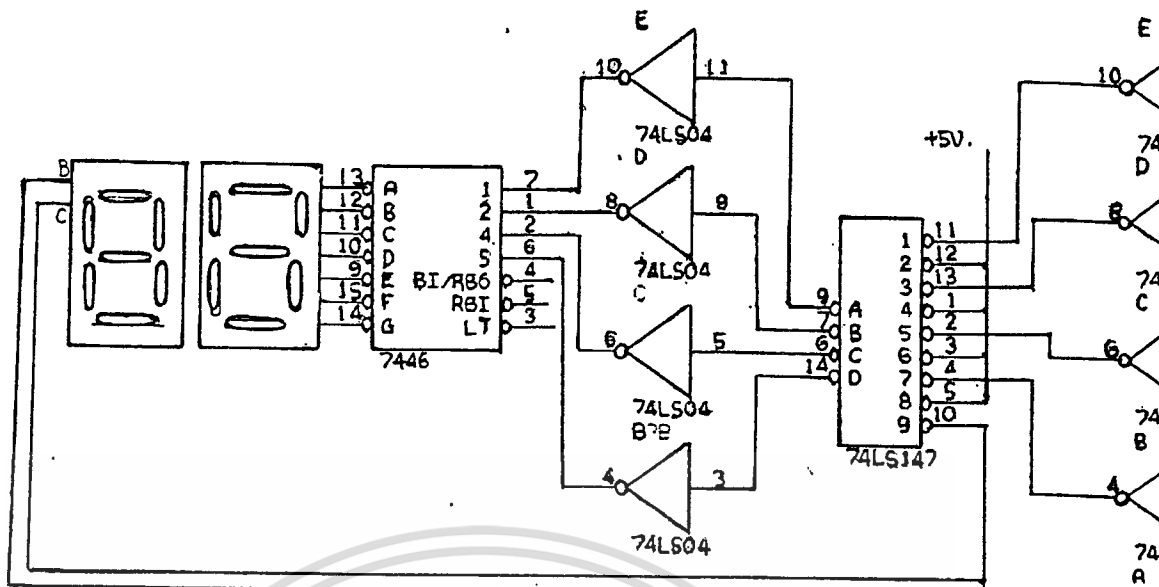
$$L = R * L_n / 2 * \pi * F_c$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ค่า } C_1 = C_2 &= (0.1/1.433) / (2 * \pi * (5.5 * 10^6) * (1000)) \\ &= 25 \quad \text{พิโคฟารัด} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{และค่า } L_1 &= (1000) * (1/1.594) / 2 * \pi * (5.5 * 10^6) \\ &= 18 \quad \text{ไมโครเฮนรี} \end{aligned}$$

จากนั้นสัญญาณจะเข้าเซรามิคฟิลเตอร์ เพื่อตัดเฉพาะความถี่เสียงผ่านเท่านั้น โดยมีแบนด์วิดท์ = 50 กิโลเฮิร์ต มี Center Frequency ที่ 5.5 เมกกะเฮิร์ต จากนั้นเข้าวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ HA1364 โดยมีวงจรดังรูป 3.6





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงเอกสารทุกครั้งที่มา
 +

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

วงจรลดทอน

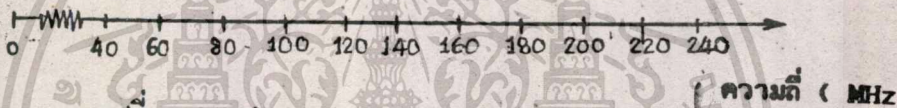
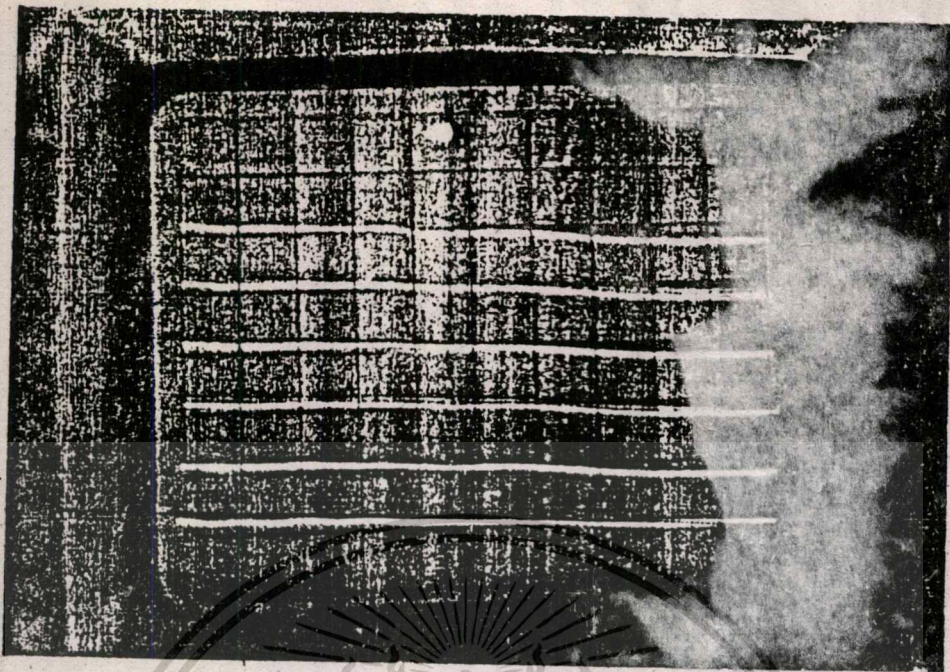
การทดลอง ทำได้โดยป้อนความถี่สัญญาณในช่วง 40 ถึง 200 เมกกะ-
เฮิร์ตต์ โดยใช้ออสซิลเลเตอร์แอนะล็อกเซอร์ (Spectrum Analyzer) ซึ่งจะ
รับความถี่ที่ส่งแกนมายังจาก ซิกแนลเจนเนอเรเตอร์ (Signal Generator)
โดยยการต่อวงจรดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการต่อวงจรทดลองของวงจรลดทอน

ผลการทดลองที่ได้ออกมาดังรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าความถี่ช่วง 40 ถึง
65 เมกกะเฮิร์ตต์ จะมีค่าลดทอนไม่เท่าความถี่อื่นๆ แต่ค่าที่ผิดพลาดจากความถี่
อื่น มีค่าประมาณ 2 ถึง 3 เดซิเบล ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

จากรูป เส้นกราฟบนสุดเป็นการทดลอง ขณะที่ยังไม่ได้กดสวิตช์ให้มีการลด
ทอน เส้นล่างที่ถัดมาจะมีค่าระดับสัญญาณลดทอนจากเดิม 10 เดซิเบล และจะมี
ขนาดลดลงเรื่อยๆ ทีละ 10 เดซิเบลดังรูปที่ 4.2 ซึ่งทำได้โดยการกดสวิตช์
ทีละหนึ่งสเตป จนถึงเส้นล่างสุดจะทำการลดทอนได้ทั้งหมด 10 เดซิเบล



รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองของวงจรลดทอน

ภาคพรีอัมป์ อินด์

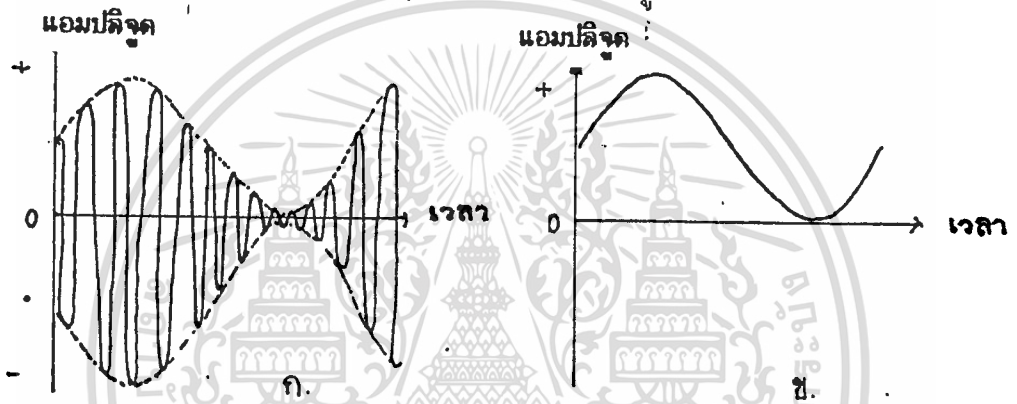
การทดลองทำได้โดยการป้อนสัญญาณจากซิกแนลเจเนอเรเตอร์ โดยสัญญาณที่ป้อนนี้ ทำการผสมคลื่นแบบเอเอ็ม ค่าเอาต์พุตที่ออกมาจากพรีอัมป์ อินด์จะเป็นความถี่ไอเอฟ จะนำสัญญาณไอเอฟนี้ไปเข้าเครื่องสเปกตรัม ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

สัญญาณอินพุต (dBm)	สัญญาณเอาต์พุต (dBm)
-77	-52
-67	-42
-57	-31
-47	-22
-37	-10

ถ้าทำการส่งสัญญาณให้มีค่ามากกว่านี้ หรือต่ำกว่านี้ สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจะไม่ขยายสัญญาณ แต่สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะลดทอนและรูปสัญญาณจะมีความเพี้ยน

ภาคขยายไอเอฟและดีเทคเตอร์

การทดลองทำได้โดยป้อนสัญญาณที่ทำการผสมแบบเอเอ็ม โดยมีความถี่พาหะ 38.9 เมกะเฮิร์ต ส่วนทางด้านรับจะใช้สโคป (Scope) จับสัญญาณสัญญาณอินพุตจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.3 ก. และสัญญาณเอาต์พุตจะเป็นสัญญาณที่ผ่านภาครีเทคเอาต์พุตออกมาแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ข.



รูปที่ 4.3 ก. แสดงสัญญาณอินพุตของภาคขยายไอเอฟและดีเทคเตอร์

ข. แสดงสัญญาณเอาต์พุตจากภาคขยายไอเอฟและดีเทคเตอร์

ผลการทดลองจะแสดงดังตารางที่ 4.2

อินพุต (mV)	เอาต์พุตจาก TR. (mV)	เอาต์พุตจาก TA7607 (V)
0.5	2.25	0.8
0.75	3	1
1	7	1.4
1.5	8	1.6
2	14	2
2.5	17	2
3	21	2

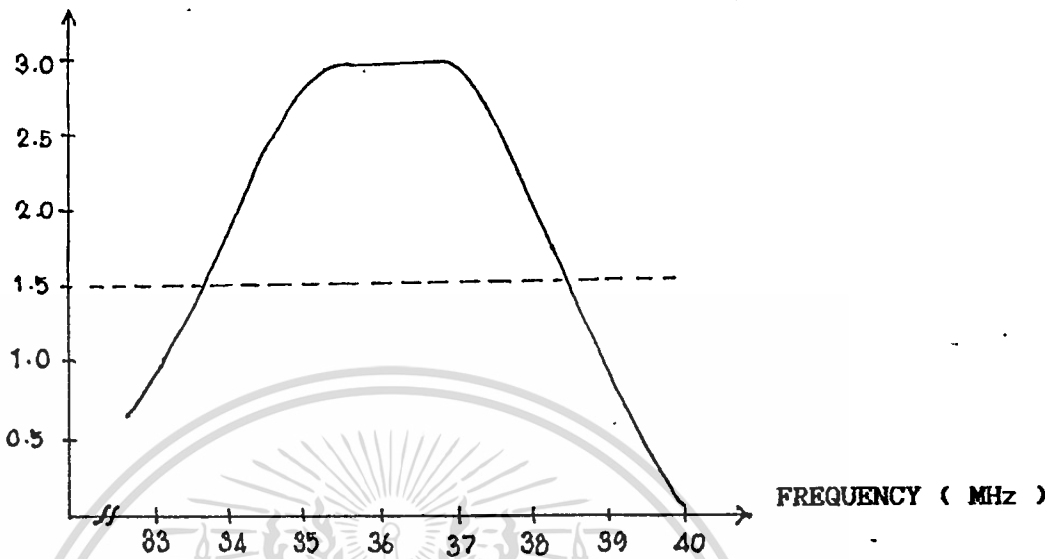
ถ้าสัญญาณอินพุทเข้ามามากหรือน้อยกว่าค่าที่แสดงในตาราง สัญญาณเอาต์พุทจะลดทอนและมีความเพี้ยน (ในที่นี้ ใช้การอ้างอิงจากเอาต์พุทของ ไอซี TA 7607 ถ้าสัญญาณจากเอาต์พุทของทรานซิสเตอร์จะมีช่วงความไวของการทำงานได้กว้างกว่านี้)

จากนั้นทำการทดลองใหม่ โดยป้อนสัญญาณอินพุทให้มีค่า 2 มิลลิโวลต์ แล้วเปลี่ยนค่าความถี่พาหะจากความถี่ 33.15 ถึง 40.15 เมกกะเฮิร์ต จะได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3 และเปลี่ยนมาทำการผสมคลื่นแบบ เอฟเอ็มบ้างจากช่วง 33.3 ถึง 33.5 เมกกะเฮิร์ต ผลการทดลองแสดงในตารางเดียวกับตารางที่ 4.3

ความถี่ (MHz)	เอาต์พุท (V)
33.15	1
34	2
35	2.5
36	3
37	3
38	1.9
38.9	1
40.15	0

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองที่ใช้ค่าความถี่พาหะไม่เหมือนกัน นำผลการทดลองมาพล็อต จะได้ดังรูปที่ 4.4

AMPLITUDE (VOLT)

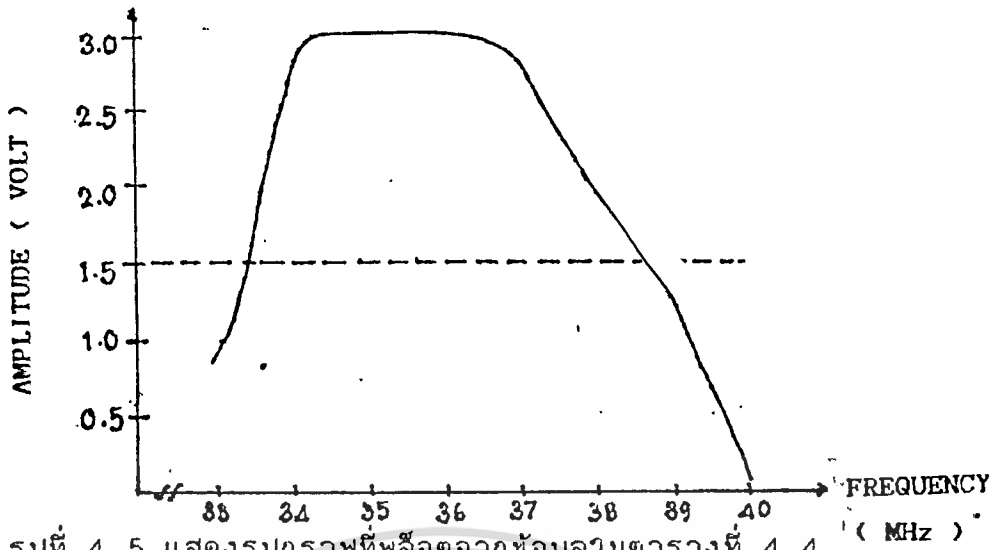


รูปที่ 4.4 แสดงรูปกราฟที่พล็อตจากข้อมูลในตารางที่ 4.3

จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าสัญญาณอินพุตเป็น 3.5 มิลลิโวลต์ แล้วทำการ
เปลี่ยนค่าความถี่มาเช่นเดียวกับตารางที่ 4.3

ความถี่ (MHz)	เอาต์พุต (V)
33.15	1
34	3
35	3
36	3
37	2.9
38	2
38.9	1.5
40.15	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงกับตารางที่ 4.3 แต่สัญญาณอินพุตไม่เท่ากันครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคข้อที่ ๑๐

ทดลองลองโคมการรับจากสัญญาณที่ส่งออกอากาศจริง ๆ

สามารถรับฟัง

เสียงได้ที่พอสมควร



บทที่ 5

สรุปผลและวิจารณ์

ด้วยโครงงานนี้ มีวัตถุประสงค์ให้สามารถนำอุปกรณ์ติดตัวไปใช้งานจริงได้ เพื่อความสะดวกและคล่องตัว เพราะฉะนั้นการออกแบบจึงพยายามให้วงจรไม่ยุ่งยากและซับซ้อนจนเกินไป สามารถใช้งานได้ง่าย แต่มีความเที่ยงตรงและมีประสิทธิภาพดี การทำงานของอุปกรณ์ ใช้หลักการเดียวกันกับวงจรในเครื่องรับโทรทัศน์ แต่ความซับซ้อนและอุปกรณ์ประกอบจะน้อยกว่า

จากการทดลองใช้งานจริง ๆ นั้น สามารถใช้งานได้ดี และแสดงความแตกต่างของระดับสัญญาณได้ชัดเจน วิทยุนอกจากแสดงผลของสัญญาณจากภาครีซีโอดีแล้ว ยังแสดงผลออกมาเป็นเสียงที่รับฟังได้ จึงเป็นการตรวจสอบอีกทางหนึ่ง และเป็นการเพิ่มความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

นอกจากจะเป็นอุปกรณ์ช่วยหาทิศทาง ของสายอากาศแต่ละช่องสัญญาณแล้ว ยังสามารถบอกถึงระดับของช่องสัญญาณได้อีกด้วย วิทยุบอกให้เราทราบ ณ จุดที่รับนั้น สามารถรับแต่ละช่องสัญญาณได้ก็มากน้อยเพียงใด

ในการอ่านระดับสัญญาณจากมิเตอร์นี้ อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ในกรณีที่คลื่นสะท้อนจากสิ่งต่างๆ เช่น หอคอยอาคารสูงๆ ต้นไม้ หรือสิ่งกีดขวางอื่น ๆ เข้ามารวมกับคลื่นที่รับมาโดยตรงจากสถานีส่ง สัญญาณที่อ่านได้จะคลาดเคลื่อนไปจากสัญญาณจริง เล็กน้อย ซึ่งบนจอภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ จะเกิดเงาจางๆ ของภาพที่มีลักษณะเหมือนกัน แต่เหลื่อมกัน เนื่องจากคลื่นสะท้อนใช้เวลาเดินทางมาเข้าสายอากาศมากกว่า จะเกิดภาพบนจอช้ากว่า แต่ภาพที่เกิดจากคลื่นสะท้อนนี้จะเป็นเงาจางๆ ด้วยขนาดของสัญญาณมีขนาดเล็กมาก การกำจัดคลื่นสะท้อนนี้ทำได้โดยใช้สายอากาศที่มีโคเรคทีวิตีสูงๆ แต่ตามปกติแล้ว คลื่นสะท้อนนี้จะไม่เกิดปัญหาต่อการทำงานของอุปกรณ์เท่าใดนัก เนื่องจากระดับของคลื่นสะท้อนมีขนาดเล็กกว่าคลื่นตรงนั้นเอง .

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ ที่สามารถจัดทำได้โดยลุล่วงด้วยดีนั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากการให้คำแนะนำและช่วยเหลือจาก อ.กิตติชัย พานิชปฐมวงศ์ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ. ที่นี้

และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือในบางสิ่งบางอย่าง โดยเฉพาะน้ำใจจากคุณ วิศาล ปิตะวาสนาที่ช่วยเหลือในด้านการพิมพ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ถวิล กิ่งทอง , "ทฤษฎีวงจรขยายไฟฟ้าและสายส่ง" , 2530
2. ดร. มงคล เกษนครินทร์ , "อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน" , 2528
3. Chris Bovick , "RF circuit design" , 1982
4. Milton S.Kiver and Milton Kavfman , "Television, Electronics : theory and servicing" ; 1983

