เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอ

TV STEREO CODER

โดย

นายฉัตรชัย พุ่มมาลา

นายดุสิต ช่วยชูชาติ

นายวราวุธ นทีธาร

วัน เดือน ปี.....31 ก.ค. 2540

เลขทะเบียน.....036998

เลขเรียกหนังสือ.....TK8091 ฉ35 ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

036998

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอ

TV STEREO CODER

ชื่อนักศึกษา นายฉัตรชัย พุ่มมาลา

นายดุสิต ช่วยชูชาติ

นายวราวุธ นทีธาร

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์

อาจารย์กฤดากร กล่อมการ

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2538

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

( )

.....กรรมการ

(กฤดากร กล่อมการ)

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอ

โดย	นายฉัตรชัย	พุ่มมาลา	รหัส 36013237
	นายดุสิต	ช่วยชูชาติ	รหัส 36013244
	นายวราวุธ	นทีธาร	รหัส 36013260

อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ประดิษฐ์	วัชรพิบูลย์
	อาจารย์กฤดากร	กล่อมการ
ปีการศึกษา	2538	

.....

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้การส่งและรับโทรทัศน์ได้พัฒนาประสิทธิภาพขึ้นมามากสามารถเพิ่มบรรยากาศในการชมภาพและเสียงให้สมจริงมากยิ่งขึ้น สำหรับเสียงนั้นก็ได้พัฒนาให้ใกล้เคียงกับระบบไฮไฟสเตอริโอและยังสามารถรับฟังเสียงในระบบสองภาษา (soundtrack) ได้อีกด้วย

โครงงานปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษา และออกแบบสร้างเครื่องรับโทรทัศน์ระบบสเตอริโอ เพื่อให้โทรทัศน์ระบบโมโนธรรมดา สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการรับฟังเสียงได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TV STEREO CORDER

BY	MR.	CHATCHAI	PHUMMALA	CODE	36013237
	MR.	DUSIT	CHAUYCHOOCHAT	CODE	36013244
	MR.	WARAWUT	NATHEETARN	CODE	36013260
ADVISER	MR.	PRADIT	WACHARAPIBUL		
	MR.	KITDAKORN	KLAOMKARN		
YEAR	1995				

.....

ABSTRACT

THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF TV STEREO CODER HAS BEEN PRESENTED. THE WEST GERMAN DUAL CARRIER DESK TOP ADAPTOR FOR MONO TV RECEIVER HAS BEEN CONSTRUCTION FOR STEREO SOUND TRACK. IN ADDITION , THE DUAL SOUND SYSTEM ALSO RECEIVING BY THIS ADAPTOR.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความร่วมมือ และความตั้งใจในการทำงานของเพื่อนร่วมงานในกลุ่ม PROJECT ทั้งนี้ยังมีอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำทางด้านเทคนิค และแนวความคิดต่างๆ รวมไปถึงเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ อีกทั้งทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวในที่นี้ และที่สำคัญที่จะขาดเสียมิได้ คือ บิดา มารดา

ทางคณะผู้จัดทำ ขอกล่าวขอบพระคุณไว้ ณ. โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

ฉัตรชัย พุ่มมาลา
ดุสิต ช่วยชูชาติ
วราวุธ นทีธาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ทฤษฎีโทรทัศน์	
2.2 ระบบของ TV Stereo	
2.3 เทคนิค Quasi-Split Sound	
2.4 Block Diagram ของภาครับ	
2.5 Block Diagram ของภาคส่ง	
บทที่ 3 การทำงานของวงจร	25
3.1 การทำงานของภาค Tuner/Video Det.	
3.2 การทำงานของภาค SIF Amp./Det.	
3.3 การทำงานของภาค Decoder	
3.4 การทำงานของภาค Power Supply	
บทที่ 4 การปรับแต่งและการนำไปใช้งาน	34
4.1 การปรับแต่ง	
4.2 การนำไปใช้งาน	
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	36
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาระบบการส่งสัญญาณเสียงในโทรทัศน์เพื่อที่จะต้องการให้สัญญาณเสียงนั้นมีคุณภาพสูงขึ้น และในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาการพัฒนาระบบเมกเนติกเทป การเริ่มต้นเข้ายุคของคอมแพคดิสก์ด้วย สาเหตุเหล่านี้ทำให้คุณภาพเสียงที่เราได้ยินดีขึ้นมาก เมื่อเทียบกับสมัยก่อนนี้ก็เป็นสาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดความคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพของระบบเสียง ในโทรทัศน์ที่มีใช้กันอยู่ตามบ้านทั่วไปให้ดีขึ้นด้วย โดยได้มีการปรับปรุงระบบการส่งเป็นระบบสเตอริโอ ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการส่งแบบสเตอริโอ ก็คือจะต้องให้เครื่องรับที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปสามารถรับได้ด้วย ซึ่งปกติจะเป็นการรับแบบโมโนทำให้เกิดระบบมาตรฐานต่าง ๆ ขึ้นหลายมาตรฐานด้วยกัน สำหรับ PROJECT นี้เป็น PROJECT เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอของระบบ WEST-GERMAN DUAL-CARRIER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ทฤษฎีโทรทัศน์

2.1.1 Video Modulation

สัญญาณภาพโทรทัศน์จะมอดูเลทกับคลื่นพาห์แบบ เอ. เอ็ม. (A.M. amplitude modulation) การมอดูเลทสัญญาณภาพมีรูปร่างของชิงค์พัลซ์แตกต่างกันที่ระดับสัญญาณขาวและดำ ฉะนั้นการมอดูเลทสัญญาณภาพทำได้ 2 แบบ คือ

-การมอดูเลทแบบบวก แบบนี้ถ้าสัญญาณระดับขาวเพิ่มขึ้น ขนาดของคลื่นพาห์จะสูงขึ้น สัญญาณขาวสูงสุดจะให้การมอดูเลทเป็น 100 % ถ้าสัญญาณดำและสัญญาณชิ้งค์จะให้ขนาดของคลื่นพาห์ต่ำลงต่ำสุดตามลำดับ

-การมอดูเลทแบบลบ แบบนี้ยอดของชิ้งค์จะให้ขนาดของคลื่นพาห์สูงสุดเป็น 100 % ระดับแบล้งค์กิ้งจะให้การมอดูเลท 75 % ถ้าเพิ่มสัญญาณขาวสูงขึ้นจะให้ขนาดของคลื่นพาห์ลดลง แต่จะต่ำสุดที่ 10 % ของยอดสูงสุดของสัญญาณขาวสำหรับโทรทัศน์ระบบ CCIR-B ใช้การมอดูเลทแบบลบ

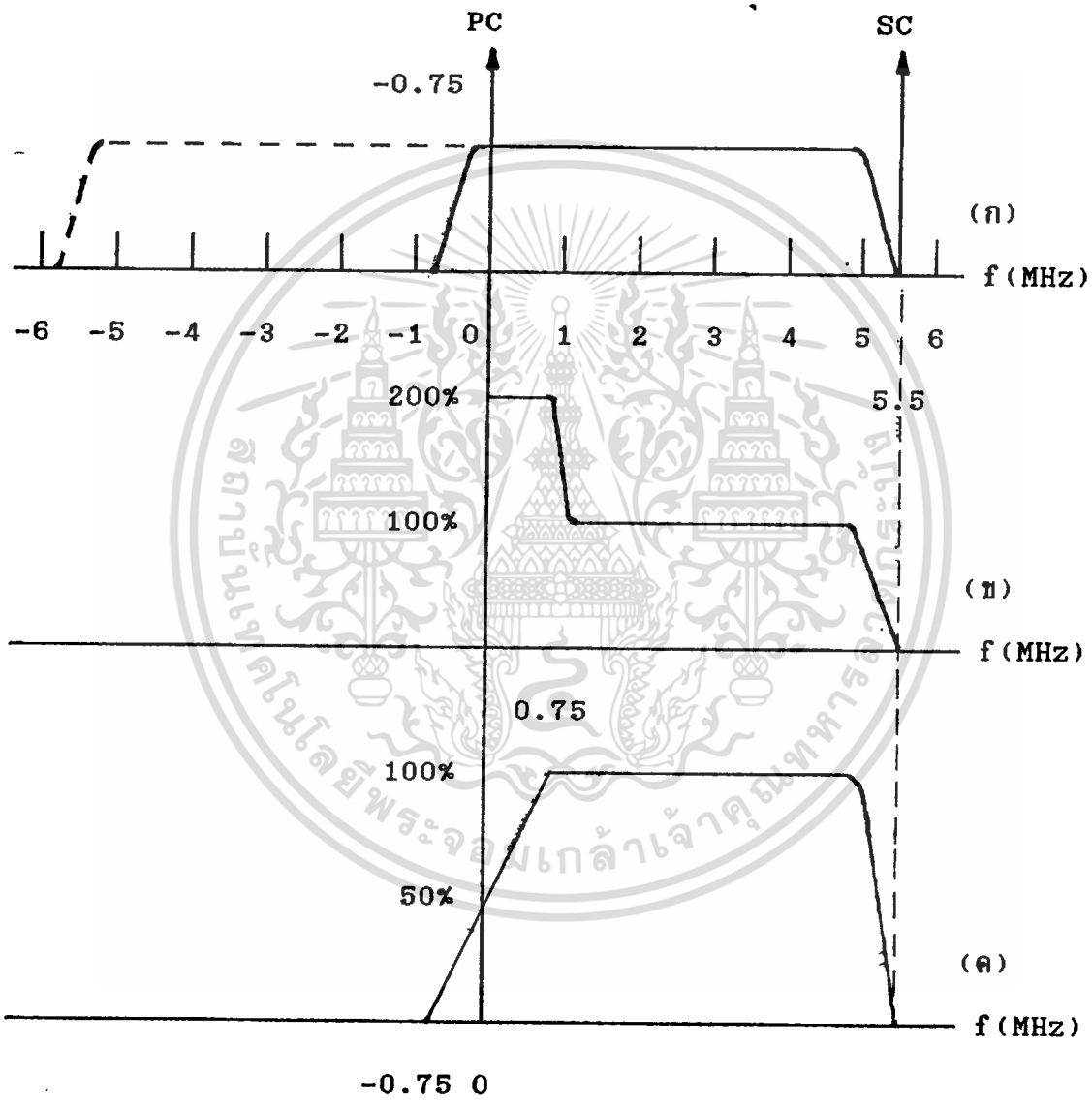
2.1.2 Sound Modulation

การส่งสัญญาณเสียงทางโทรทัศน์ใช้การมอดูเลทแบบ เอฟ.เอ็ม.(F.M. frequency modulation) จะทำให้การรับเสียงมีสัญญาณรบกวนน้อยและเสียงที่รับชัดเจน ทางด้านเครื่องส่งเสียงจะมีวงจรปรีเอมพาซีส (pre-emphasis) เพื่อยกระดับสัญญาณด้านความถี่สูงให้มีกำลังมากขึ้น เพื่อทำให้สัญญาณต่อน้อยส์มีค่าสูง โดยใช้ RC ฟิลเตอร์ที่มีไทม์คอนสแตนท์ 50 ไมโครวินาที ที่ด้านรับต้องมีวงจรดีเอมพาซีสโดยใช้ RC ฟิลเตอร์ที่มีไทม์คอนสแตนท์เท่ากัน คือ 50 ไมโครวินาที และการเบี่ยงเบนของสัญญาณสูงสุดจะไม่เกิน 50 กิโลเฮิทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การรับสัญญาณแบบเวสติเกียลไซด์แบนด์

ทางด้านส่งจะส่งสัญญาณออกไปแบบเวสติเกียลไซด์แบนด์ (vestigial side band transmission) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก) สัญญาณทางด้านความถี่ต่ำส่วนหนึ่งจะถูกตัดออกโดยใช้ฟิลเตอร์ พลังงานที่ส่งออกจะเริ่มตั้งแต่ 1.25 ถึง 5.5 เมกกะเฮิทซ์จะส่งแบบดับเบิ้ลไซด์แบนด์ และที่เหลือส่งแบบ



รูปที่ 2.1 (ก) การส่งแบบเวสติเกียลไซด์แบนด์

(ข) กำลังของสัญญาณที่ส่งออกไป

(ค) เรสปอนส์ของเครื่องรับโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิงเกิ้ลไซด์แบนด์ ฉะนั้นถ้าดูกำลังในการส่ง ส่วนที่ 1.25 เมกกะเฮิทซ์จะมีกำลังเป็น 2 เท่าของส่วนที่เหลือดังรูปที่ 2.1 (ข) ดังนั้นทางเครื่องรับโทรทัศน์จะต้องลดกำลังในการรับในช่วงที่เป็นดับเบิ้ลไซด์ลงครึ่งหนึ่ง ดังรูปที่ 2.1 (ค) จึงจะให้สัญญาณออกที่ภาคดีเทคเตอร์มีกำลังเท่ากันทุกความถี่

2.1.4 ช่องส่งโทรทัศน์มาตรฐาน

ช่องส่งโทรทัศน์แบ่งออกเป็น 2 ย่านความถี่คือ วี.เอช.เอฟ. (VHF) และ ยู.เอช.เอฟ. (UHF) ซึ่งแบ่งความถี่มาตรฐานดังต่อไปนี้

ความถี่ต่ำย่าน	VHF	แบนด์ I	ความถี่	41 - 68 เมกกะเฮิทซ์
ความถี่สูงย่าน	VHF	แบนด์ III	ความถี่	174 - 230 เมกกะเฮิทซ์
ความถี่ต่ำย่าน	UHF	แบนด์ IV	ความถี่	470 - 582 เมกกะเฮิทซ์
ความถี่สูงย่าน	UHF	แบนด์ V	ความถี่	606 - 790 เมกกะเฮิทซ์

(ความถี่ 88 - 108 เมกกะเฮิทซ์ แบนด์ II ใช้ในการส่งกระจายเสียง FM)

การจัดช่องความถี่ของแบนด์ I และแบนด์ III ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ในแบนด์ I มี 4 ช่อง ช่อง 1 ไม่ใช้ส่งทีวีแต่ใช้เพื่องานบริการอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Band	Channel	Frequency range, MHz	Picture carrier, MHz	Sound carrier, MHz
I	1	41-47	Not used for TV	
(41 - 68 MHz)	2	47-54	48.25	53.75
	3	54-61	55.25	60.75
	4	61-68	62.25	67.75
III	5	174-181	175.25	180.75
(174 - 230 MHz)	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 2.1 การจัดช่องความถี่ระบบ CCIR-B

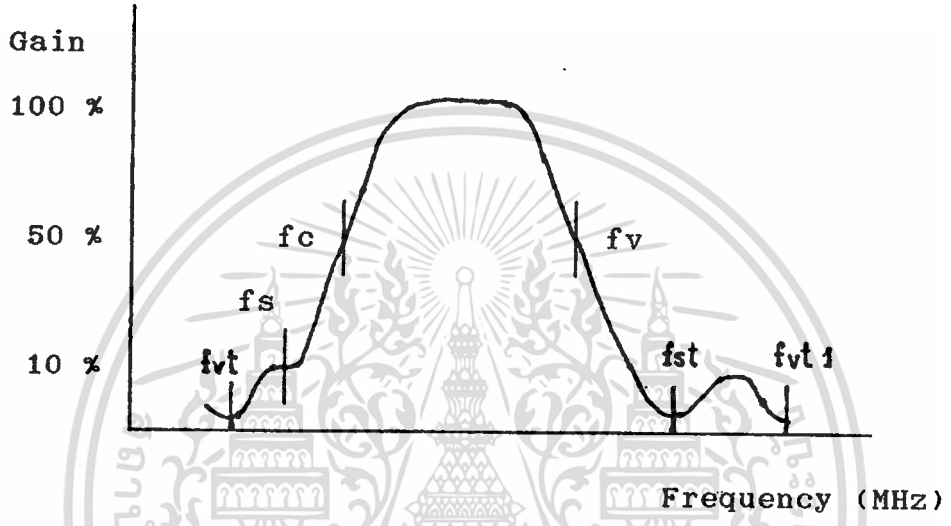
2.1.5 หลักการรับสัญญาณ

สัญญาณ RF ที่เข้าที่เครื่องรับจะผ่าน Tuner เพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณ IF แล้วจะผ่านไปยังภาค Video IF Amplifier ในเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณ IF ที่ยังมีขนาดต่ำอยู่ (ประมาณ 450 V) ให้สูงพอ (ประมาณ 3 V_{p-p}) ป้อนเข้าภาค Detector นอกจากนี้จะต้องมีเกณฑ์การขยายสูง (ประมาณ 6500 เท่า) แล้วภาคไอเอฟต้องเป็นวงจรจูนแบบ Passband (33 MHz - 40 MHz) ทั้งนี้เพื่อผลทาง Selectivity ที่ดีดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไอเอฟ จึงประกอบด้วยวงจรจูนหลาย stages ที่เรียกว่า Stagger tuned

Response Curve ของภาควีดีโอไอเอฟดังแสดงในรูปที่ 2.2 Sound IF (fs) จะถูกขยายเพียง 10 % ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เสียงรบกวนภาพ สำหรับ Video IF (fv) จะถูกขยายที่ 50 % ทั้งนี้เพื่อให้การขยายวีดีโอเท่ากันตลอดตั้งแต่ความถี่ต่ำไปจนถึงความถี่สูง



รูปที่ 2.2 Video IF Response Curve

เนื่องจากการส่งสัญญาณโทรทัศน์นั้นส่งแบบ Vestigial Sideband คือมีส่วน lower sideband ทางด้านความถี่ต่ำส่งไปด้วย ซึ่งถ้า fv ถูกขยายที่ 100 % สัญญาณวีดีโอด้านความถี่ต่ำก็จะถูกขยายมากกว่าความถี่สูง ในกรณีที่เป็นเครื่องรับโทรทัศน์สี Chrominance (fc) จะอยู่ที่ 50 % เพราะถ้าขยายมากเกินไปจะทำให้เกิดการรบกวนได้ง่าย

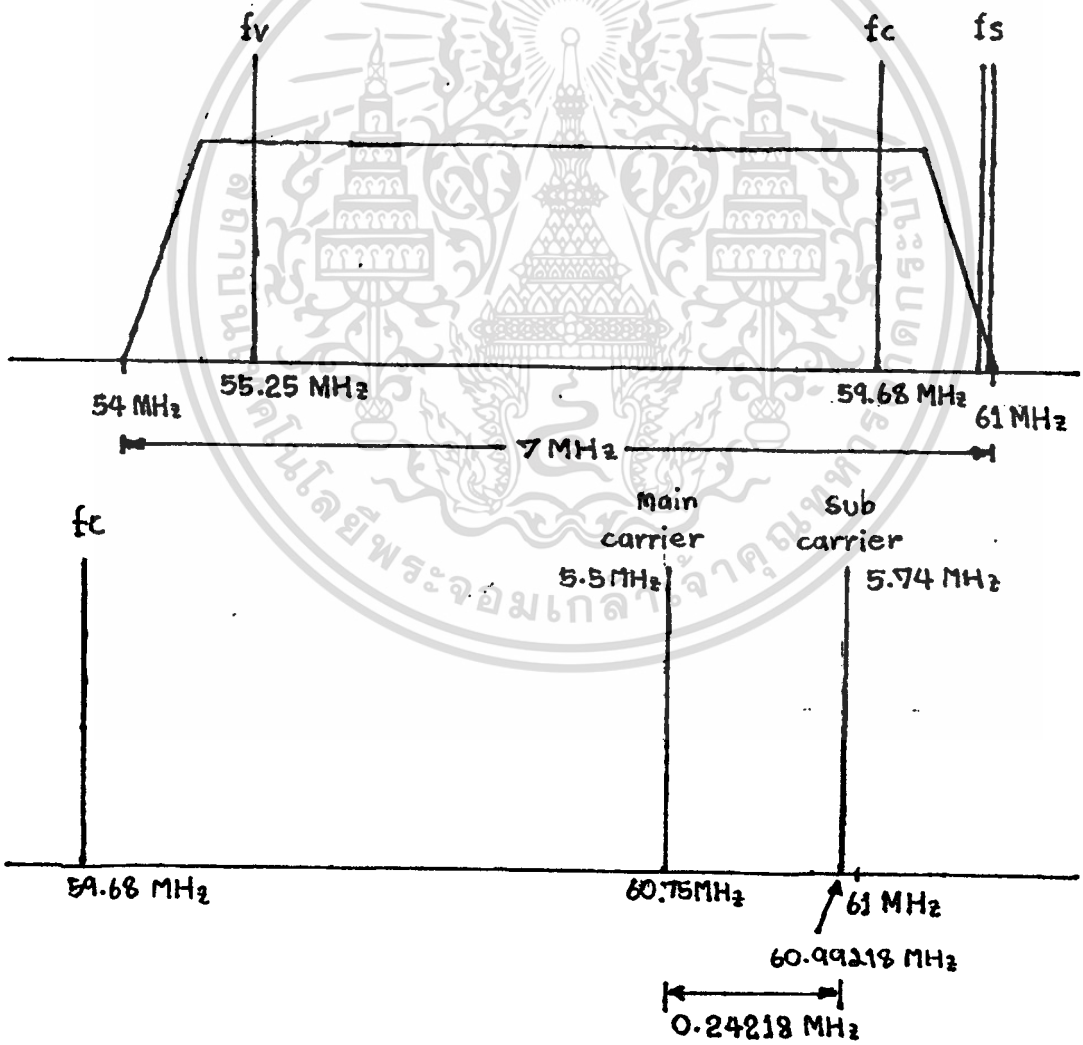
การกำหนดความถี่ IF ของช่องมาตรฐาน CCIR และ NTSC จะแตกต่างกันดังนี้

	CCIR	NTSC
fs Sound IF	33.40 MHz	41.25 MHz
fv Video IF	38.90 MHz	45.75 MHz
fc Chrominance IF	34.47 MHz	42.17 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.2 fvt จะถูกจูนให้ต่ำที่ 0 % เพื่อเป็น trap ป้องกันการรบกวนจาก fv ของช่องสูงถัดไป สำหรับ CCIR fvt = 31.9 MHz ส่วน fst ก็ถูกจูนให้ต่ำที่ 0% เช่นเดียวกันเพื่อเป็น trap ป้องกันการรบกวนจาก fs ของช่องต่ำถัดไป โดย fst = 40.4 MHz นอกจากนี้ที่ fvt 1 ความถี่ 41.4 MHz ก็ต้องจูนให้ต่ำสุด ทั้งนี้เพื่อเป็น trap ป้องกันการรบกวนจาก fc , fv ของช่องต่ำถัดไป

ตัวอย่างเช่น ถ้าจูนช่องรับช่อง 3 (54 ถึง 61 MHz) ความถี่ Oscillator จะเท่ากับ 94.15 MHz คลื่นพาห์ของภาพ 55.25 MHz คลื่นพาห์สี 59.68 MHz คลื่นพาห์เสียงหลัก 5.5 MHz และคลื่นพาห์เสียงรอง 60.99218 MHz ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.3 เป็น Spectrum ของช่อง 3



รูปที่ 2.3 Spectrum ของช่อง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบของ TV STEREO

Zenith Ge system

ในระบบ Zenith .Ge pilot tone จะส่งสัญญาณ L+R และสัญญาณ L-R รวมทั้งสัญญาณ pilot 19 kHz ไปด้วยเพื่อใช้สำหรับอ้างอิงเวลา จะ Decode สัญญาณที่ด้านรับสัญญาณ L+R จะเป็น Amplitude Modulated บนความถี่ 38 kHz ส่วน Subcarrier จะใช้การ Modulated แบบ double-sideband suppress carrier ระบบนี้จะเป็นระบบที่ยุ่งยากและ noise ที่เกิดขึ้นนั้นจะมีค่าประมาณ 22 dB ซึ่งแย่กว่าระบบ mono และยังเกิด Intersequence ขึ้นพร้อมกับสัญญาณภาพ

Leaming system

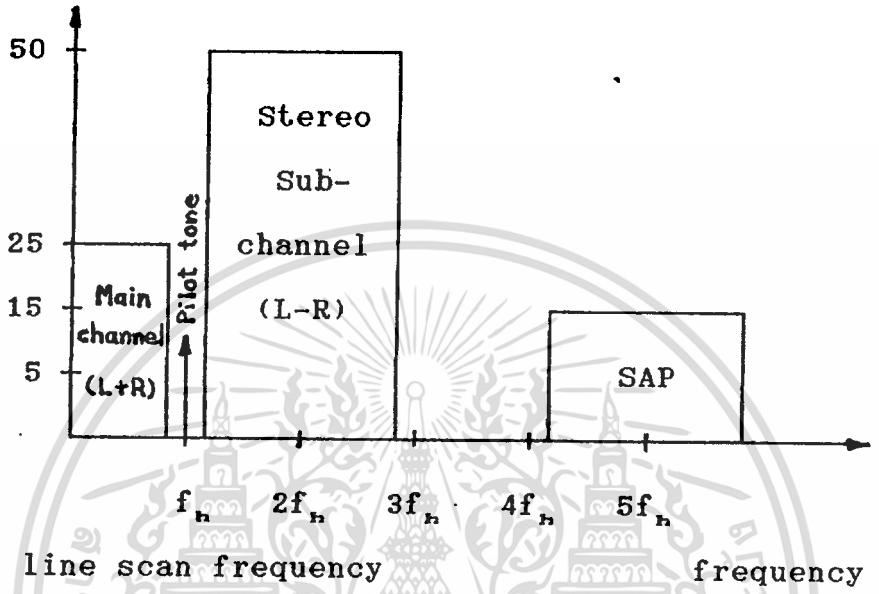
เป็นวิธีการส่งอีกวิธีหนึ่งของระบบ Zenith Ge pilot tone ซึ่งได้คิดค้นและวางแผน เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบให้ซับซ้อนขึ้น โดยใช้การ Companding สัญญาณ L-R เพื่อปรับปรุงให้ noise นั้นมีค่าดีขึ้น สำหรับ Whis He filter (filter กรองเสียงหวิวๆ) จะถูกนำไปรวมกันที่ส่วน Decode ของเครื่องรับจะช่วยกรองเอาสัญญาณ beat ที่เกิดระหว่าง line scan harmonic กับ subcarrier

BTSC/MTS system

ระบบ BTSC/MTS เป็นระบบที่สืบเนื่องมาจากระบบ Zenith Ge ซึ่งใช้ pilot tone และ subcarrier ไป locked กับ line frequency เพื่อ beat tone spectrum Base Band frequency ไว้ แสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งจะมองเห็นความแตกต่างของ carrier ที่สำคัญๆ ซึ่งความแตกต่างนี้ ทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับ Zenith Ge ซึ่งจะเห็นว่ามี Audio program (SAP) Channel เพิ่มขึ้นมาด้วย ความกว้างของสัญญาณ Audio บน fm subcarrier ที่ 5 fh ของ line frequency จะมีค่า 12 kHz การ Companding จะถูกใช้สำหรับสัญญาณ L-R และ SAP Channel โดย SAP Channel สามารถใช้ส่งภาษาต่างๆ ของ Main program ได้และยังสามารถส่ง carrier ของ Professional Channel เข้าไปที่ 6.5 fh ของ line frequency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยแบ่ง Bandwidth ให้ 3.4 kHz ซึ่งใช้สำหรับ talk back (ติดต่อกลับมา) ในขณะที่ไปออกอากาศนอกสถานที่ สำหรับระบบ Zenith Ge นั้นก็เพียงพอแล้วที่จะใช้สำหรับแยก Channel ต่างๆ ได้อย่างเที่ยงตรงโดยอาศัยการปรับแต่ง Phase subcarrier ของตัว Decoder



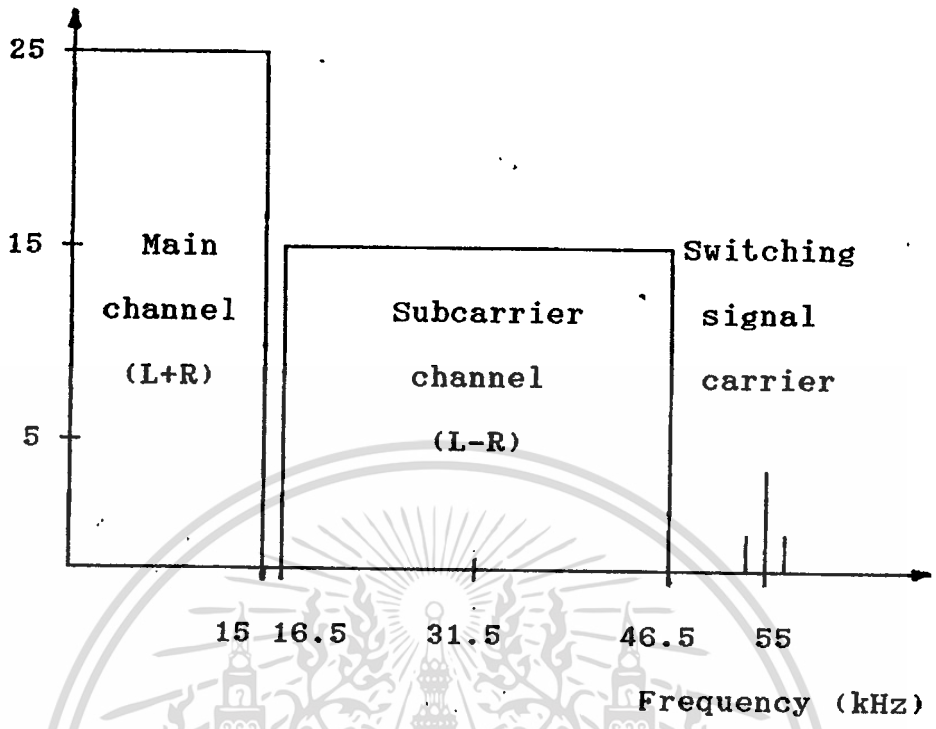
รูปที่ 2.4 Spectrum ของระบบเสียง BTSC/MTS

Japanese FM/FM system

ระบบ Japanese FM/FM นั้น subcarrier จะถูก locked ไปกับ harmonic ที่สองของ line frequency มันสามารถที่จะ Modulate frequency ด้วยสัญญาณ Stereo L-R หรือสัญญาณ Second language ได้ AM subcarrier ที่ 55 kHz เตรียมไว้สำหรับ Signal ของ switch ของตัว Decode ที่เครื่องรับเพื่อเลือกเสียง Stereo หรือ Bilingual โดยอัตโนมัติ จากรูปที่ 2.5 จะแสดงให้เห็นถึง Spectrum ของ base band frequency modulated ของสัญญาณ RF carrier สุดท้าย ซึ่งระบบนี้จะเห็นได้ว่าให้ระบบเสียงเป็น Mono / Stereo / Bilingual รวมกัน อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ง่ายๆ และตัว Decode ก็เป็นแบบง่ายๆ ความกว้างของ Bandwidth สามารถทำให้เกิด Intercarrier ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณภาพ (Video) ของ Channel ที่ติดๆ กันได้อย่างแน่นอน



รูปที่ 2.5 Spectrum ของสัญญาณระบบ Japanese FM/FM

Wegener Multichannel system

US Corporation Wegner Communication INC ได้คิดค้นและ วางแผนคุณสมบัติของ band ให้ใช้สำหรับ 10 fm subcarrier ซึ่งเพิ่มเติมจาก Spectrum ของ Video / Sound ที่ใช้ตามปกติซึ่งได้ทำการ Test ถึงผลที่ได้อย่างกว้างๆ ใน Term ของ Video signal to noise ratio หรือขีดจำกัดของการ Demodulated การวางแผนนี้ใช้สำหรับ Mono , Stereo Sound และ Dual lauge แต่ไม่เกี่ยวกับ Audio signal และ Digital communication ที่ส่งในเวลาเดียวกัน หลักการก็คือ fm index (อัตราส่วนของความถี่ carrier ที่แตกต่างจากความถี่ audio) สำหรับแต่ละ Subshannel ควรมีค่าระหว่าง 0.14 และ 0.18 เมื่อความกว้างของ Subcarrier มีค่า 180 -kHz ความแตกต่างที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่เกิดจาก Subcarrier จะน้อยเมื่อเทียบกับที่เกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Video signal subchannel จะมีผลเพียงเล็กน้อยบน Bandwidth ที่ใช้ส่งทั้งหมด

แต่ละ Slot 180. kHz จะสามารถจัดแบ่งให้สัญญาณ Audio 15 kHz หรือจัดแบ่งย่อยๆ ออกเป็น 7.5 หรือ 3.5 kHz) หรือใช้สำหรับ Data signal โดยการใช้ Frequency shift keying (FSK) หรือ Quadrature phase shift keying (QPSK) สำหรับ 1 dolby ADM channel สามารถจัดให้เหมาะสมระหว่าง Slot 180 kHz 2 slot subcarrier ที่ดัดแปลงใช้กับ NTSC จะจำกัดไว้ระหว่าง 5.2 และ 5.8 MHz สำหรับการส่งระบบ PAL นั้นอยู่ระหว่าง 6.3 และ 9.74 MHz

Wagener 1600 stereo system เป็น subset ของ band-plan สัญญาณ audio channel ซ้ายและขวาจะใช้ subcarrier แยกออกจาก ขอบเขต 180 kHz ความแตกต่างสูงสุดของแต่ละ subcarrier คือ +50 kHz และ -50 kHz และสัญญาณ audio channel ทั้งสองจะถูก compand เพื่อปรับปรุง Signal to noise ratio ให้ดีขึ้นตาม สำหรับ PAL จะมี Subcarrier frequency คือ 7.02 และ 7.2 MHz

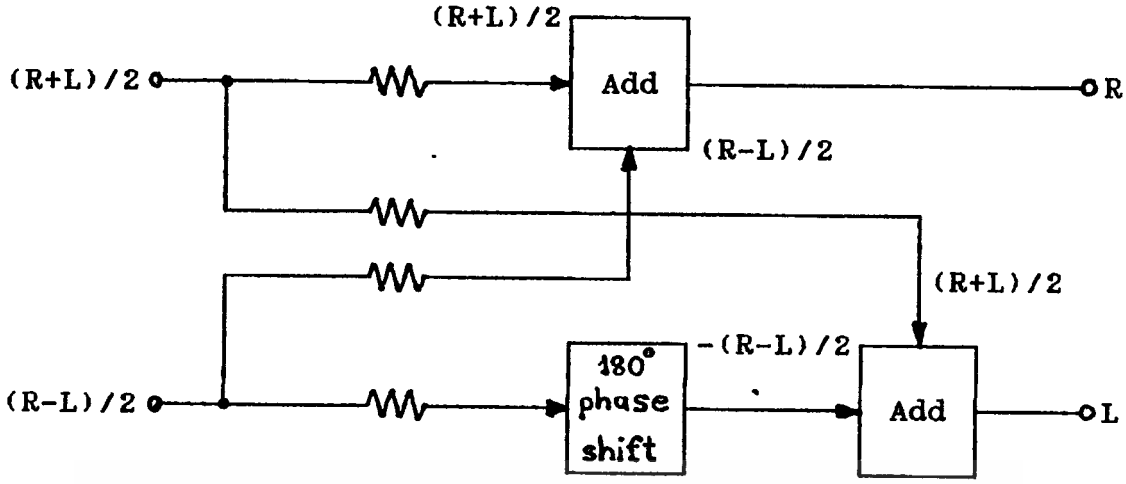
Warner Amex Stereo system

สัญญาณ Audio (L+R) และ (L-R) จะมีวิธีการทำที่เหมือนกัน กับที่ใช้ในระบบ Zenith Ge โดยจะใช้ Frequency Modulated แยก กันคนละ Subcarrier

West german Dual-Carrier system

Decoding matrix มาตรฐานสำหรับ Zenith Ge system จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 Zenith Ge system decoder matrix

สำหรับความเสียหายที่เกิดจากปัญหาทั้งสองเมื่อส่ง dual-languge ก็คือการแยกสัญญาณจะไม่ดีซึ่งบางทีเป็นสิ่งที่สำคัญมากๆ สิ่งที่เกิดขึ้นตามข้อเท็จจริงนั้นจะมี noise เกิดขึ้นทุกครั้งในการส่ง และขั้นตอนในการ decoding ที่ตัวรับจะรวมกันเป็น channel เดียวซึ่งสามารถแสดงได้ตามข้างล่างนี้

สมมุติให้ N คือ Noise ที่เกิดขึ้นในแต่ละ Channel เท่ากับ

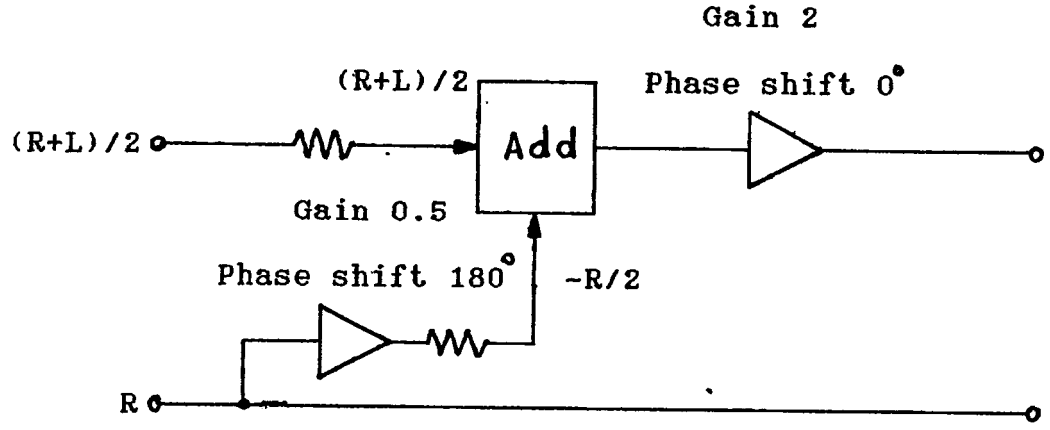
$$[(1/2)(R+L)+N]+[(1/2)(R-L)+N] = R$$

$$[(1/2)(R+L)+N]-[(1/2)(R-L)+N] = L$$

West German Dual Carrier system มักจะส่งสัญญาณ R+L ไปบน Main Carrier และส่งข่าวสารหรือข้อมูลที่ต้องการไปกับ 2R บน Carrier ที่ 2 จากรูปที่ 2.7 เป็นพื้นฐานของ noise ดังนี้

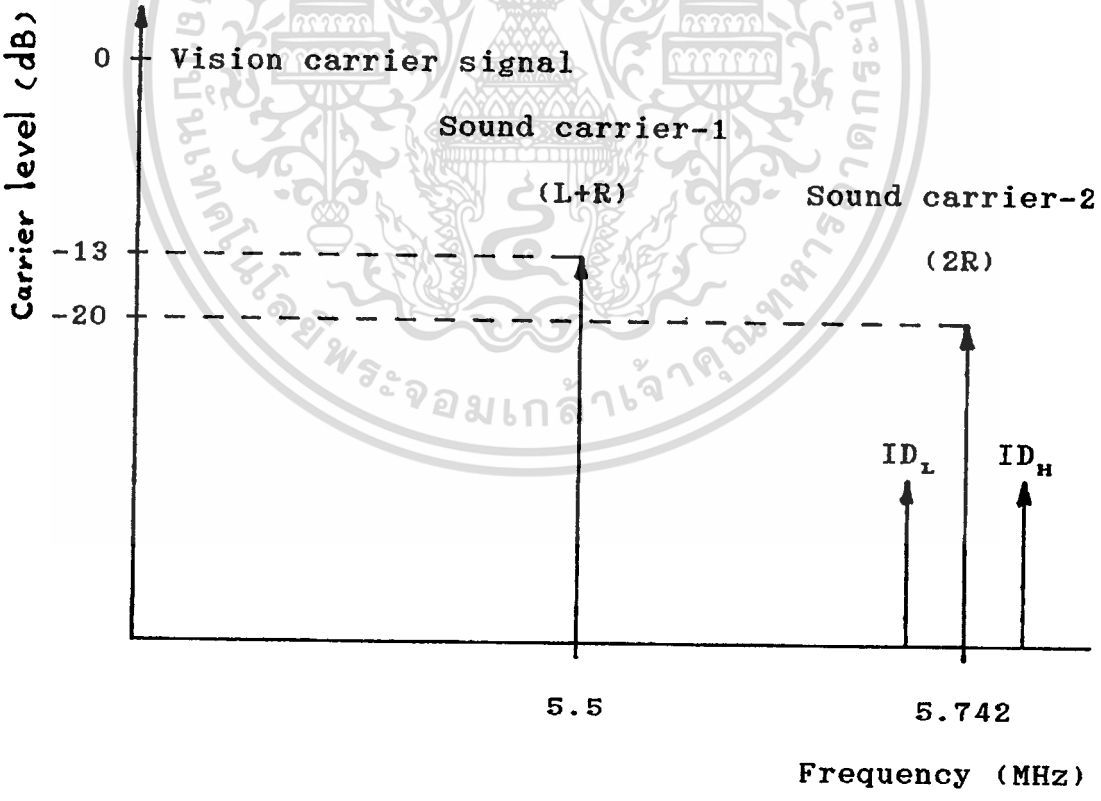
$$2[(1/2)(R+L)+N]+[(-1/2)R+N] = L+N$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 West German dual-carrier system decoder matrix

สำหรับ channel 1 และยังมี R+N อีก 1 channel ซึ่ง noise ที่ได้ใหม่นี้เกิดขึ้นกับ channel ทั้งสอง จากรูปที่ 2.8 จะแสดงถึง channel spectrum ของ สัญญาณเหล่านั้น

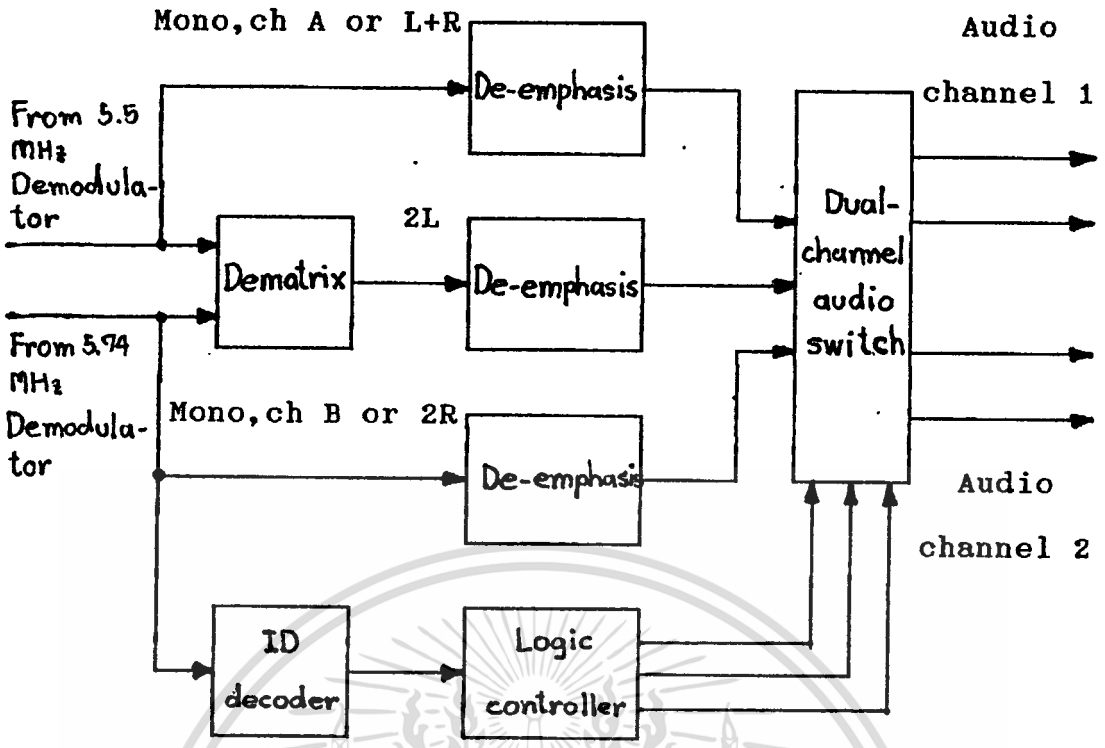


รูปที่ 2.8 West German dual-carrier system signal spectrum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ L+R และ 2R จะถูกทำ frequency modulate กับ 2 carrier ซึ่งมีระดับอยู่ที่ -13 dB และ -20 dB ตามลำดับ ซึ่งไปเกี่ยวพันกับ carrier ของภาพด้วยการส่งจะส่งออกไป 3 Mode คือ Mono , Stereo และ Bilingual นั้นที่ภาครับจะทำการเลือกโดยอัตโนมัติซึ่งมันจะได้รับรู้ได้จาก ID (Indentification) Signal ซึ่ง Modulate ไปบน Second Carrier สำหรับ 2R จะเพิ่มการ Modulate ID Signal เข้าไปโดยมีความแตกต่างกัน +2.5 kHz และ -2.5 kHz (ของใครของมัน) ID Signal นั้นตัวมันจะประกอบด้วย Subcarrier 54.6875 kHz ซึ่งจะไม่มีการ Modulate เมื่อส่งไปแบบ Mono และ 50% ของ Amplitude Modulation คือ 117.5 Hz และ274.1 Hz ตามลำดับ จะใช้สำหรับเสียง Stereo หรือ dual-languages Second sound carrier และอีก 1 Signal Control นั้นจะเป็นส่วนประกอบ (เป็นตัวเลขที่แน่นอน) และก็เป็นส่วนประกอบย่อยๆ ของ line frequency รูปที่ 2.9 แสดงถึงการทำงานพื้นฐานของ Decoder สัญญาณต่างๆ เมื่อได้รับการกู้คืนจากตัว Demodulators และถูก Dematrix แล้วจะผ่าน Deemphasised ID decoder จะชี้ว่าส่งมาใน Mode ใดและปรับสัญญาณ logic switching signal ให้เหมาะสมดังนั้น Audio Switch Unit จะทำการเลือก output ได้ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่แล้วเครื่องรับที่ถูกออกแบบมาให้ใช้กับระบบนี้ จะรวมถึงความสามารถที่ใช้ฟังกับ head phone ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 Dual-channel decoder block diagram

South Korean Dual-Carrier system

จะประกอบด้วย Zenith Ge รวมกับ German technigue ซึ่งดัดแปลงให้ใช้กับระบบ NTSC ซึ่งถูกพัฒนาในเกาหลีใต้ เพื่อปกป้องตลาดในประเทศจากผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตในตะวันออกไกล เมื่อใช้กับ Stereo 2 subcarrier จะเป็น fm สำหรับ L+R และ L-R Signal จะมีความแตกต่างกันสูงสุด +25 kHz และ -25 kHz Subcarrier ทั้งสองจะมีขอบเขต 4.5 MHz และ 4.742 MHz บน Vision Carrier และส่วนอื่นๆ ก็จะเหมือนกับ West German system ระบบของ Korean นี้สามารถส่งได้ทั้ง Mono , Stereo และ Biligual Second Subcarrier จะพ่วงเอาสัญญาณ ID signal 55.07 kHz ไปด้วยซึ่งจะเป็น Amplitude modulated ความถี่ 149.9 Hz และ 276 Hz ตามลำดับ เพื่อใช้สำหรับ Stereo หรือออกอากาศเป็น dual language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zweiton Stereo system

TV แบบดั้งเดิมนั้นจะส่ง Signal Sound Carrier 5.5 MHz มาซึ่งจะสูงกว่า Carrier ของภาพ (Vision Carrier) เมื่อระบบเปลี่ยนเป็น Stereo ในปี 1980 โดยการส่งระบบ Zweiton Stereo ซึ่งจะมีการบวกความถี่ให้สูงขึ้นกว่าเดิมอีก 242 kHz ดังนั้นจึงได้ Carrier เป็น 5.742 MHz ซึ่งสูงกว่า Vision Carrier ดังนั้น Sound Carrier จะประกอบด้วย Subcarrier 5.5 MHz และ 5.742 MHz ตามลำดับ ดังนั้นเราจึงเรียกชื่อใหม่ว่า Dual Subcarrier system

Sound Carrier ทั้งคู่จะถูก Modulated แบบ Frequency Modulation กับเสียง Stereo อย่างไรก็ตามไม่สามารถใช้สำหรับ Carry สัญญาณ Left และ Right ได้ทันทีเนื่องจากเครื่องรับสัญญาณ Mono นั้นจะไม่สามารถรับได้จึงจำเป็นต้องให้ Subcarrier 5.5 MHz เดิมนั้นส่งสัญญาณแบบ Sum กันคือ (R+L)Signal ซึ่งเป็นรูปแบบ Mono ในระบบ Stereo Program ซึ่งสัญญาณในส่วนนี้จะสามารถทำการ Demodulated ได้ด้วยเครื่องรับ Mono ซึ่งเครื่องรับแบบ Mono นี้มีใช้กันอยู่มาก

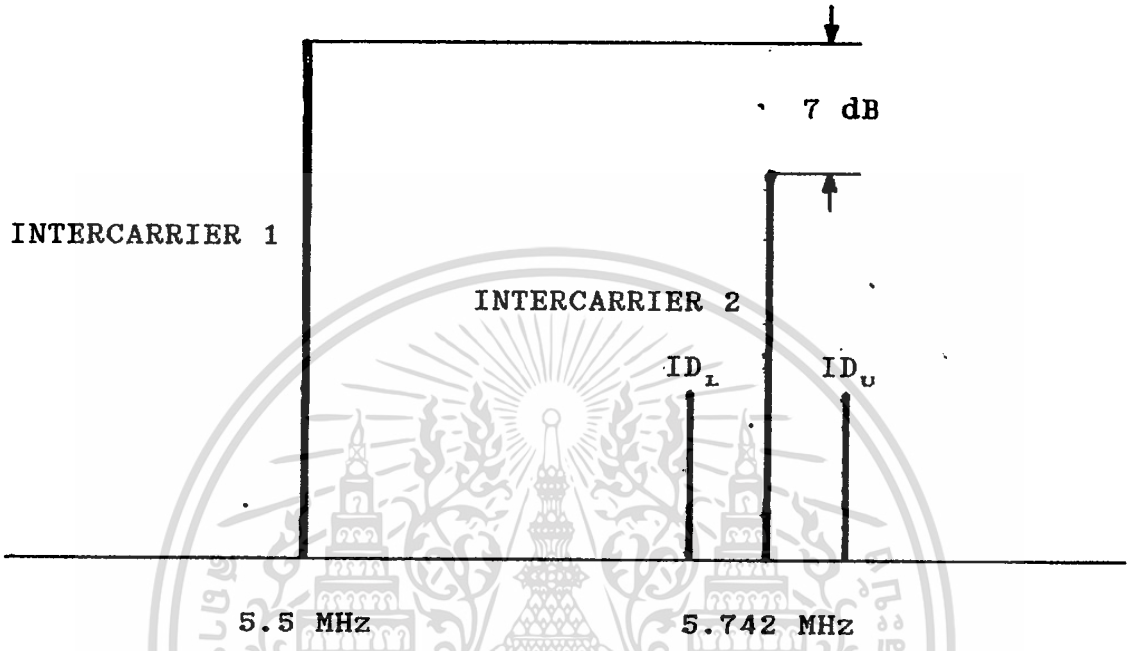
ส่วนที่สองคือ Subcarrier 5.742 MHz จะถูกส่งสัญญาณเป็น 2R หรือสัญญาณ Channel ขวาเพียงด้านเดียวซึ่งก็เหมือนกับว่าบวกสัญญาณเข้าด้วยกัน (รวมทั้ง Signal to Noise Ratio) สำหรับเครื่องรับแบบ Stereo นั้นจะสามารถกู้สัญญาณทั้งสอง Channel ให้เหมือนเดิมได้คือสัญญาณ 2R และ L+R ในรูปของ Vector Subtraction หรือขบวนการ "Dematrixing" ซึ่งทำให้ได้รับสัญญาณออกมาเป็น 2L ซึ่งสัญญาณ 2L นี้ได้มาจากการเอาสัญญาณ 2R ไปลบด้วยสัญญาณ L+R (แต่ต้องกลับ Pority ด้วย) ซึ่งถูกขยายเป็นสองเท่า จึงทำให้ได้สัญญาณ 2L ออกมา

$$2(L+R)-2R = 2L$$

สำหรับระบบ Zweiton ยินยอมให้สถานี TV ทำการส่งสัญญาณเสียงในรูปแบบมาตรฐาน Mono , Stereo หรือ Biligual Programmes สำหรับ Second Sound Carrier จะล่าเลียงเอา Pilot Subcarrier 54.678 kHz มาด้วยซึ่งจะถูกทำ Amplitude Modulated กับ Low Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Audio Tone เพื่อใช้สำหรับให้เครื่องรับรู้ว่าสัญญาณเสียงที่ส่งมานั้นเป็นชนิดใด (Mode) จะไม่มีการ Modulation Pilot เข้าไปในการส่งแบบระบบ Mono แต่ถ้าเป็นระบบ Stereo จะถูก Modulated ด้วยความถี่ 274.1 Hz ถ้าเป็นการส่งแบบ Biligual



ID_L = lower identification sideband

ID_U = upper identification sideband

รูปที่ 2.10 แสดง Spectrum ของความถี่ Intercarrier ในการส่งโทรทัศน์ระบบ Stereo และ Biligual ในเยอรมัน

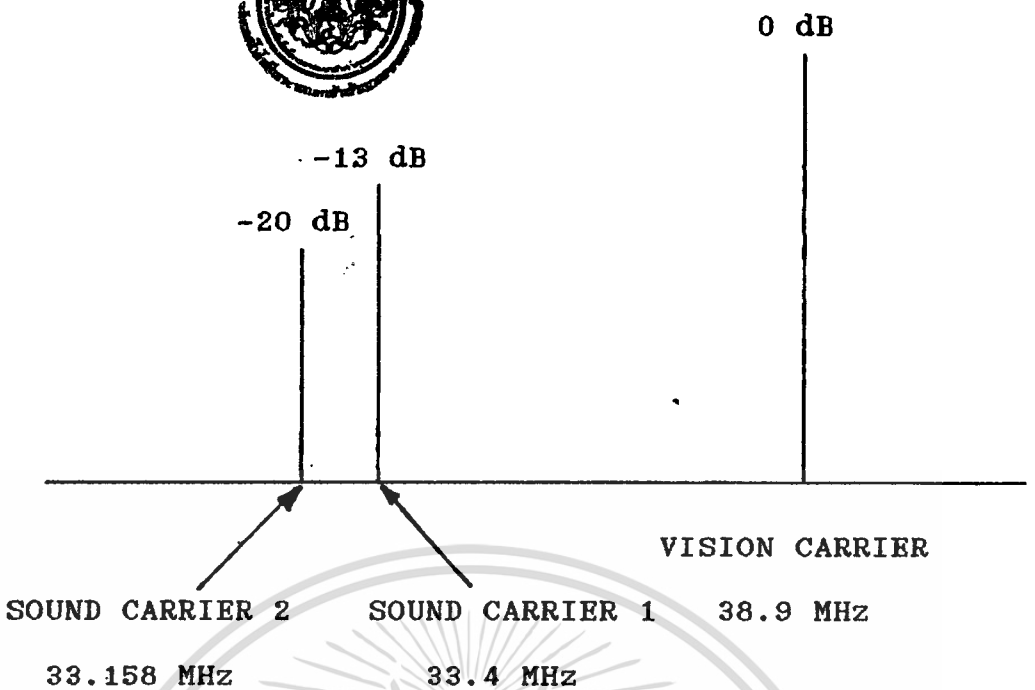
สำหรับเครื่องรับ Stereo นั้นจะสามารถทำการ Decode Pilot Subcarrier Signal เหล่านี้ได้โดย Switch Sound Modes ซึ่งจะทำงานโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sound carrier	**channel 1**	**channel 2**
ความถี่ sound carrier	f_v+5.5MHz	f_v+5.74MHz
เสถียรภาพของ sound carrier	±500Hz	±500Hz
ความแตกต่างของ vision/sound power	13 dB	20 dB
แบนด์วิดธ์ของเสียง	40Hz-15kHz	40Hz-15kHz
ความเบี่ยงเบนของความถี่เมื่อมอดูเลท ด้วยความถี่ 500 Hz	±30kHz	±30kHz
Pre-emphasis	50 μS	50 μS
ความเบี่ยงเบนของความถี่เมื่อมอดูเลท ด้วยสัญญาณ ident		±2.5kHz
Identification of transmission mode		
ความถี่ pilot carrier		54.6875kHz
ชนิดของการมอดูเลท		AM
ขนาดของการมอดูเลท		50%
ความถี่ของการมอดูเลท		
โมโน		ไม่มีการมอดูเลท
สเตอริโอ		117.5 Hz
2 ภาษา		274.1 Hz
Sound signal components		
ส่งแบบโมโน	โมโน	โมโน
ส่งแบบสเตอริโอ	L+R	2R
ส่งแบบ 2 ภาษา	channel A	channel B

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานของการส่งโทรทัศน์ในระบบสเตอริโอและระบบ 2 ภาษา

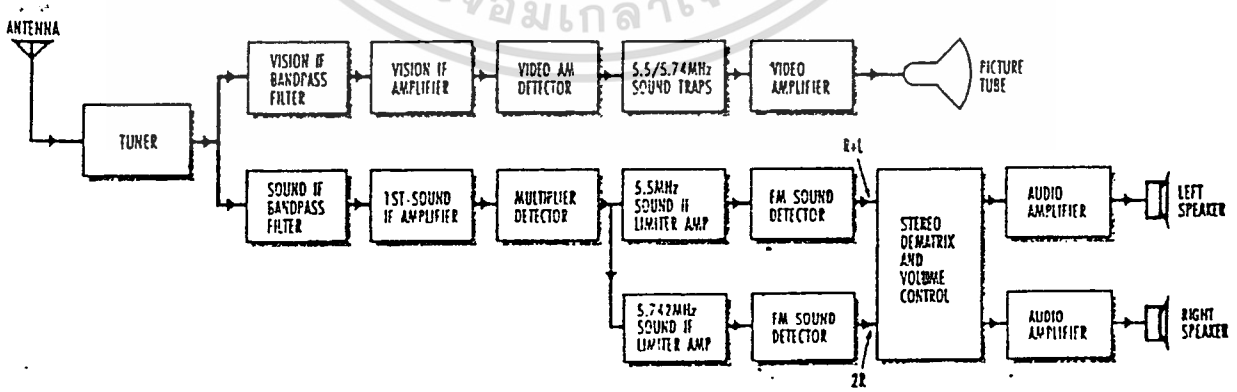
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดง Spectrum ของสัญญาณ IF carrier ในการส่งโทรทัศน์ระบบ Stereo และ Biligual ในเยอรมัน

2.3 เทคนิค Quasi Split Sound

ในปัจจุบันนี้ได้มีการออกแบบหรือใช้เทคนิคที่เรียกว่า Quasi Split Sound ในการรับสัญญาณเพื่อให้คุณภาพของเสียงได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระบบดั้งเดิม (Intercarrier)



รูปที่ 2.12 แสดง Block Diagram ของเครื่องรับทีวีระบบสเตอริโอที่ใช้เทคนิค Quasi Split

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

036998

ในระบบ Intercarrier นั้น Carrier ภาพและเสียงจะสามารถรับสัญญาณทั้งสองได้โดยผ่าน Common Tuner และ Video IF Section สุดท้ายจึงไปผ่านที่ Video Detector ในตัว Detector ของ Sound Carrier นั้นจะ Beat กับ Vision Carrier ในการผลิต 5.5 MHz (Intercarrier Signal) นั้นจะต้องผ่าน Filters และผ่านเข้าไปยัง Sound IF Section ก่อนที่จะทำการ Demodulatied ด้วย FM Sound Detector

แต่ระบบนี้เป็นระบบที่คุ้มค่าประหยัด แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องที่ยากต่อการแก้ไขก็คือ Buzz และการแยกส่วนของภาพออกจากเสียงมันเป็นการยากมากที่จะแก้ปัญหาเรื่องภาพให้ประสบผลสำเร็จ โดยปราศจาก "Herringbone" Intercarrier จาก Sound Subcarrier

สำหรับเครื่องรับทีวีในสมัยนี้สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาตรงนี้ได้ โดยใช้ระบบที่เรียกว่า Quasi-Split Sound ในที่นี้สัญญาณ IF ของภาพและเสียงได้มาจาก Tuner และผ่านเข้าไปยังเครื่องรับ IF Stribs แล้วจึงผ่านต่อไปยัง Detector System ความสำเร็จที่เกิดขึ้นสำหรับ Video และสัญญาณ Audio (ดูได้จากรูปที่ 2.11) สำหรับ Vision IF มีชุด Bandpass Filter เพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยงกับ Picture จนกระทั่งสัญญาณเสียงมีขนาดต่ำสุด แต่ยังสามารถลด Intercarrier ได้มาก

การแยกสัญญาณ First Sound IF ออกจากสัญญาณ Carrier Vision IF นั้นต้องทำการแยกออกเป็น 2 ส่วนด้วย Multiplier-Type Second Detector สำหรับแยก Second Sound IF 5.5 MHz และ 5.742 MHz เพราะว่า First Sound IF Bandpass Filter ไม่สามารถทำให้ค่า Intercarrier Buzz มีค่าต่ำสุดสัญญาณ Second Sound IF 5.5 MHz และ 5.742 MHz ที่เกิดจาก Multiplier Detector นี้จะป้อนผ่านวงจร Bandpass Filter และ IF Amplifier ของสัญญาณทั้งสอง และขั้นตอนสุดท้ายการแยก FM จะเกิดสัญญาณเสียง L+R และ 2R ซึ่งเกิดจากกระบวนการ Stereo Dematrix เป็นขั้นตอนสุดท้ายของสัญญาณสเตอริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Block Diagram ของภาคส่ง

จากรูปที่ 2.13 จะทำการส่งสัญญาณ Mono โดยใช้สัญญาณ L และ R มาผ่านวงจร Adder และนำไป Modulated กับความถี่ FM 5.5 MHz ส่วนสัญญาณบน Subcarrier 5.74 MHz นั้นจะใช้สัญญาณ R มาทำการคูณ 2 เพื่อให้เป็น 2R และนำมาผ่าน Switch เพื่อเลือกว่าจะส่งเป็น Stereo หรือเป็น Foreign Languae (Mono) ถ้าส่งเป็นแบบ Stereo จะส่งสัญญาณ Pilot Tone 54.687 kHz ไปด้วยพร้อมทั้ง Modulated กับความถี่ 117.5 Hz ด้วย (AM) เพื่อบอกให้เครื่องรับรู้ว่าส่งมาแบบไหนถ้าส่งเป็นแบบ Foreign Languae (Mono) จะต้องเลือก Switch ไปที่ตำแหน่ง Dual และนำไป Mix กับสัญญาณ Pilot 54.6875 kHz ซึ่งสัญญาณ Pilot นี้จะถูกทำเป็น Amplitude Modulated กับสัญญาณ 274.1 Hz ถ้าทำการส่ง Local languae (Mono) Switch จะไปอยู่ที่ตำแหน่ง Mono ซึ่งเป็นสัญญาณ L+R ออกไปกับ Carrier 5.5 MHz หลังจากนั้นจะนำไปรวมกับสัญญาณภาพแล้วจึงทำการส่งออกอากาศ

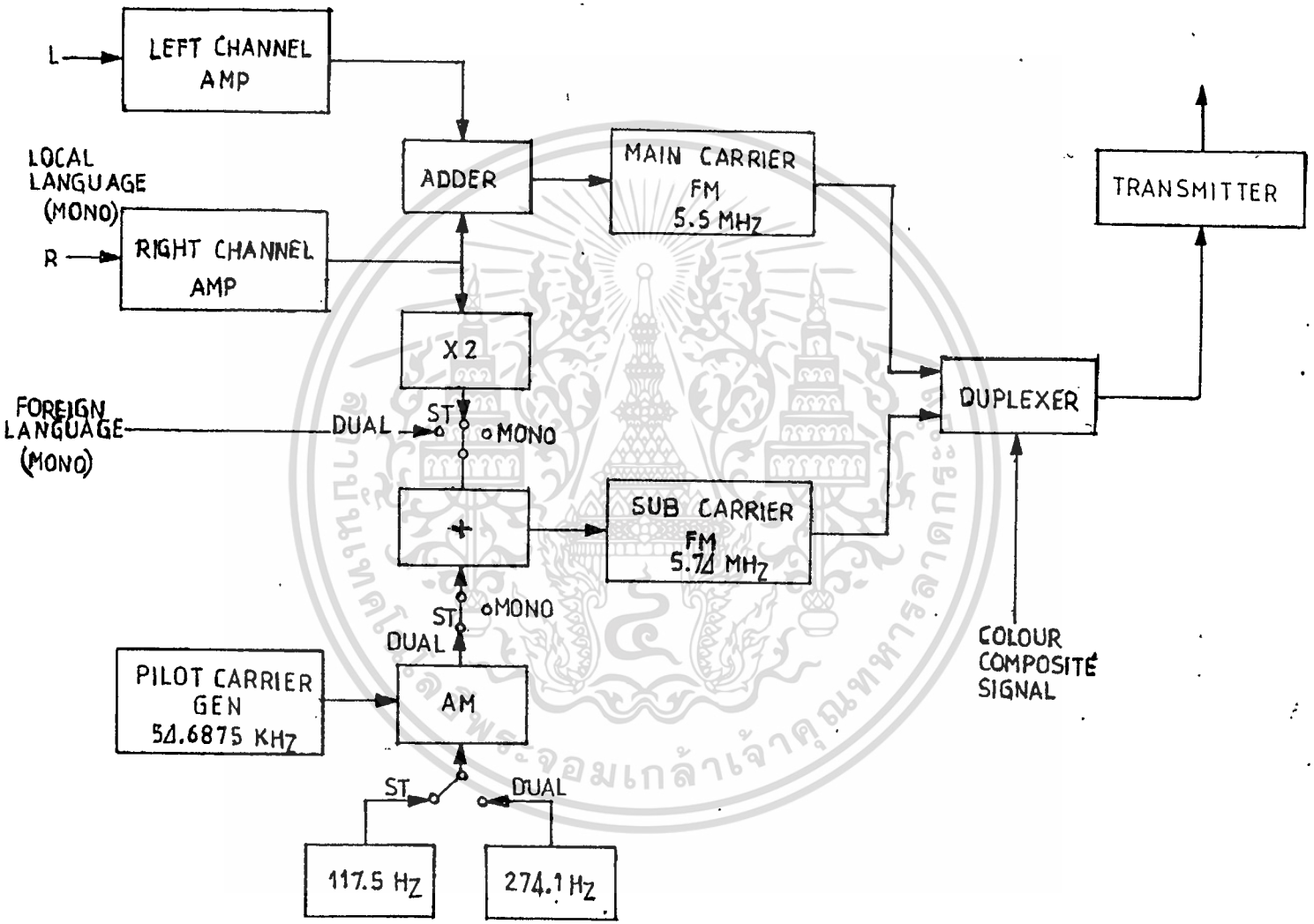
2.5 Block Diagram ของภาครับ

ส่วนที่ภาครับเมื่อรับสัญญาณ RF ผ่าน Tuner มาแล้วทำการแยกไปผ่านวงจร Video IF Amp และ Video Detect ซึ่งจะได้เฉพาะสัญญาณภาพเพียงอย่างเดียว ส่วนสัญญาณเสียงนั้นจะไปผ่านวงจร Quasi-Split Sound System เพื่อแยกเอา Carrier ความถี่ 5.5 MHz และ 5.74 MHz ออกมา หลังจากนั้นจะนำไปผ่านวงจร BPF 5.5 MHz และ BPF 5.74 MHz สัญญาณเสียงที่ได้จาก BPF 5.5 MHz จะถูกนำไปผ่าน Sound IF Amp และ FM Detect เพื่อที่จะทำการ Detector สัญญาณ L+R ออกมาแล้วจึงนำไปผ่านวงจร Switch Matrix เพื่อจะทำการเลือกว่าเป็น Stereo หรือ Dual หรือ Mono ส่วนสัญญาณเสียง Carrier 5.74 MHz จะนำไปผ่านวงจร Sound IF Amp และ FM Detect เพื่อให้ได้สัญญาณ 2R แล้วนำสัญญาณ 2R มากลับเฟสเพื่อที่จะนำไปผ่านวงจร Adder เพื่อให้ได้สัญญาณ R-L และนำไปผ่านวงจร Switch Matrix จากรูปที่ 2.14 จะเห็นว่ามีวงจรสำหรับ Detect

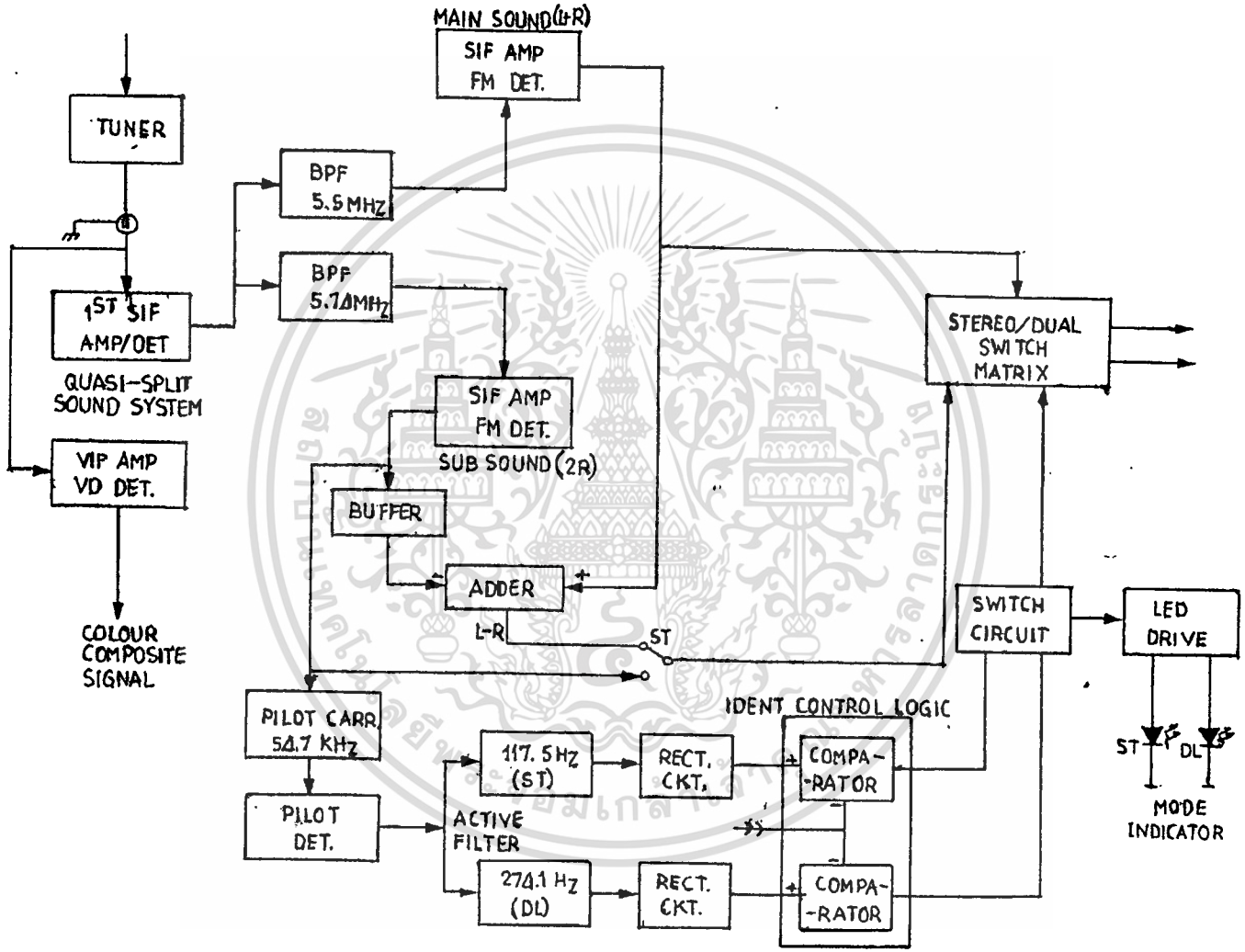
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ Pilot Tone 5.74 MHz รวมทั้งวงจร Ident Controllogic เพื่อใช้สำหรับเป็นตัวส่งให้วงจร Switch Circuit นี้จะเป็นตัวสั่งให้วงจร Switch Matrix ทำการเลือก Mode ที่ส่งมาให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 Block Diagram ของภาคส่ง



รูปที่ 2.14 Block Diagram ของภาครับ

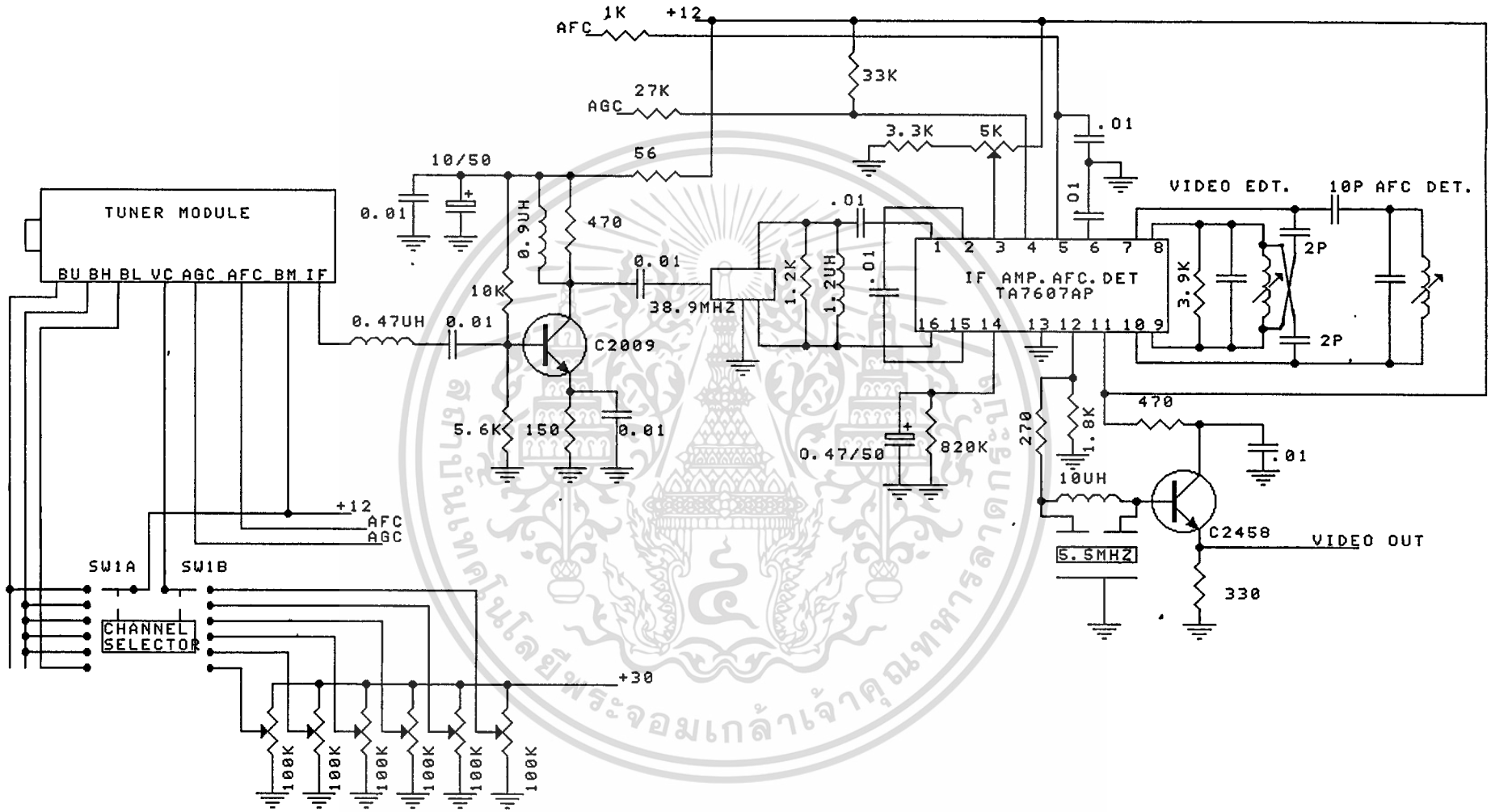
บทที่ 3

การทำงานของวงจร

3.1 การทำงานของภาค Tuner/Video Det.

ในภาค Tuner นี้จะใช้ Tuner ของโทรทัศน์เป็นตัวรับสัญญาณ RF เพื่อที่จะทำให้เป็นสัญญาณ IF ที่ภาคนี้จะมีสวิทช์เลือกช่องซึ่งสามารถ Tune หาสถานีได้โดย TIM POT 100 k ส่วนสัญญาณ AGC และ AFC จะถูกส่งมาจากภาคขยายสัญญาณ VIF สัญญาณ IF ที่ออกจาก Tuner จะผ่านไปยัง IF Amplifier โดย Transistor เบอร์ 2SC2009 เมื่อขยายแล้วสัญญาณ IF จะผ่าน SAW Filter เพื่อกรองเอา Video IF ออกมาโดย Tap Sound IF ลงกราวด์แล้วสัญญาณ Video IF จะเข้าไปยังขา 1 และขา 16 ของ IC TA7607AP ซึ่งเป็น IC-VIF,AGC Amp ที่ขา 1 และ 16 นี้เป็นขา Video IF Input ที่ขา 3 นี้จะมี VR 5 k ปรับค่า AGC ที่ขา 14 จะเป็น IF AGC Filter สัญญาณ AGC จะออกที่ขา 14 และสัญญาณ AFC จะออกที่ขา 5 เพื่อส่งไปยังตัว Tuner ส่วนที่ขา 7 และขา 10 เป็นขา AFC Detector เพื่อ Detect สัญญาณ AFC ออกมา ขา 8 และขา 9 เป็น Video Detector เพื่อที่จะ Detect สัญญาณ Video สัญญาณเมื่อเข้าที่ขา 1 และขา 16 จะออกที่ขา 12 ซึ่งจะได้สัญญาณ Video ออกมา แล้วจะผ่านไปยัง SAW Filter เพื่อกรองเอาสัญญาณ Video แล้วไปขยายด้วย Transistor 2SC 2458 สัญญาณ Video Out จะออกที่ขา E ของ Transistor 2SC 2458 วงจรภาคนี้แสดงในรูปที่ 3.1

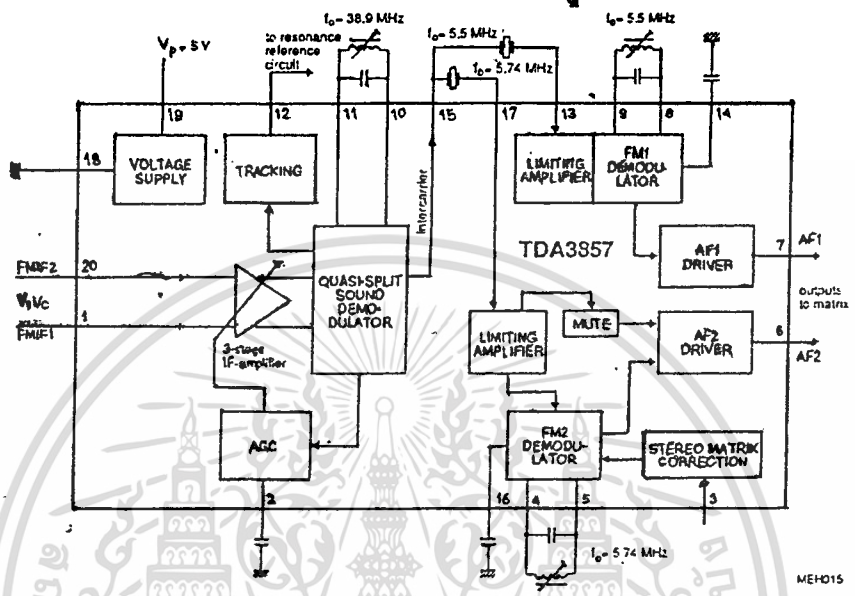
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 วงจรภาค Tuner/Video Det.

3.2 การทำงานของภาค SIF Amp./Det.

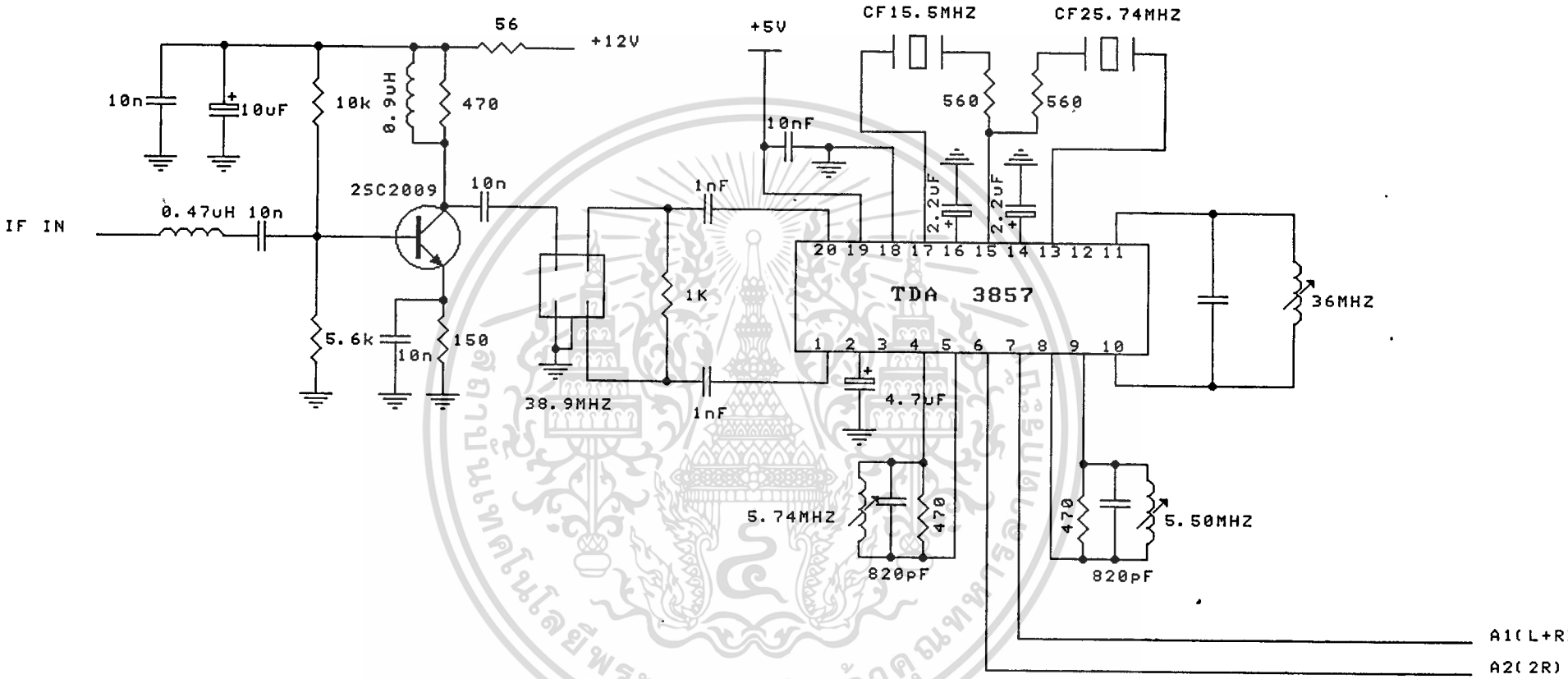
ในภาค SIF Amp./Det. นี้สัญญาณ SIF จะถูกขยายสัญญาณก่อนที่จะผ่านไปยัง SAW Filter เพื่อกรองเอา Sound IF ออกมาเพื่อส่งไปยังขา 20 และขา 1 ของ IC TDA 3857 ซึ่งใช้เทคนิค Quasi-Split Sound ตามที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งการทำงานของ IC นี้แสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งสัญญาณจะถูก



รูปที่ 3.2 IC TDA 3857

ขยายสัญญาณอีกครั้งโดย Three-Stage First IF Amplifier ซึ่งมี AGC ภายในตัว IC เอง เมื่อสัญญาณถูกขยายแล้วจะถูกส่งผ่านไปยัง Quasi-Split Sound Demodulator เพื่อทำการ Demodulate แล้วสัญญาณ Sound IF จะออกมาที่ขา 15 เพื่อกรองเอาสัญญาณ Sound IF 5.50 MHz และ 5.74 MHz โดย Ceramic Bandpass Filters ซึ่ง Sound IF 5.5 MHz จะเป็นสัญญาณเสียง L+R และ Sound IF 5.74 MHz จะเป็นสัญญาณเสียง 2R เมื่อทำการ Filter แล้วสัญญาณจะเข้าไปยังขา 13 และขา 17 ผ่านไปยัง IF Limiting Amplifier และ FM Quadrature Detectors สำหรับ Coil 5.5 MHz และ 5.74 MHz จะผลิตความถี่เพื่อทำการ Demodulate สัญญาณ 2R และ L+R โดยที่ Coil จะสามารถ Tune เพื่อลดเสียง Buzz เมื่อทำการ Demodulate แล้วจะผ่าน AF1 Driver และ AF2 Driver ก่อนที่จะออกไปที่ขา 7 และขา 6 สัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณเสียง L+R และ 2R วงจรภาคนี้แสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรภาค SIF Amp./Det.

3.3 การทำงานของภาค Decoder

การทำงานของภาค Decoder จะแบ่งการทำงานเป็น 4 ลักษณะคือ

1. เมื่อต้องการรับฟังเสียงแบบ Mono ก็จะบิดสวิทช์ไปที่ M (Mono) ซึ่งจะทำให้สัญญาณ 2R จะผ่านเข้าไปยังขา 5 ของ IC TL074 ซึ่งเป็น IC Op -Amp โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 1 และสัญญาณ L+R จะผ่านเข้าไปยังขา 3 ของIC TL074 โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 2 ซึ่งจะทำให้ได้สัญญาณ 2(L+R) ออกมา การขยายของทั้งคู่นี้จะเป็นแบบ Non-Inverting Amplifier เมื่อสัญญาณผ่านไปยังสวิทช์ ซึ่งสัญญาณ 2R จะไม่สามารถผ่านสวิทช์ไปได้ ส่วนสัญญาณ 2(L+R) จะผ่านสวิทช์เข้าไปยังขา 10 และขา 12 ของ IC TL074 ซึ่งเป็นการขยายแบบ Non-Inverting โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 1 ก็จะได้เสียงแบบ Mono

2. เมื่อต้องการฟังเสียงแบบ Stereo ก็จะทำการบิดสวิทช์ไปที่ S (Stereo) ซึ่งจะทำให้สัญญาณ 2R จะถูกแยกออกไป 2 ทาง โดยทางแรกจะเข้าไปยังขา 5 ของ IC TL074 ซึ่งเป็นขา Inverting เพื่อทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณ L+R ซึ่งเข้าที่ขา 3 เป็นขา Non-Inverting และถูกขยายเป็น 2 เท่าก็จะได้ 2(L+R) เมื่อสัญญาณ 2R ถูก Invert ก็จะเป็น -2R เมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณ 2(L+R) ก็จะได้สัญญาณ 2L ออกมา

$$2(L+R)-2R = 2L$$

ซึ่งขบวนการนี้เรียกว่า "Dematrixing" ก็จะมีสัญญาณ 2L และ 2R สัญญาณ 2R ก็จะผ่านสวิทช์ไปยังขา 12 ของ IC TL074 และสัญญาณ 2L ก็จะผ่านสวิทช์ไปยังขา 10 ของ IC TL074 เมื่อผ่านการขยายแบบ Non -Inverting โดยมีเกณฑ์เป็น 1 แล้วจะได้เสียงแบบ Stereo ออกมา คือมีสัญญาณทั้งด้านซ้ายและขวาแยกกัน

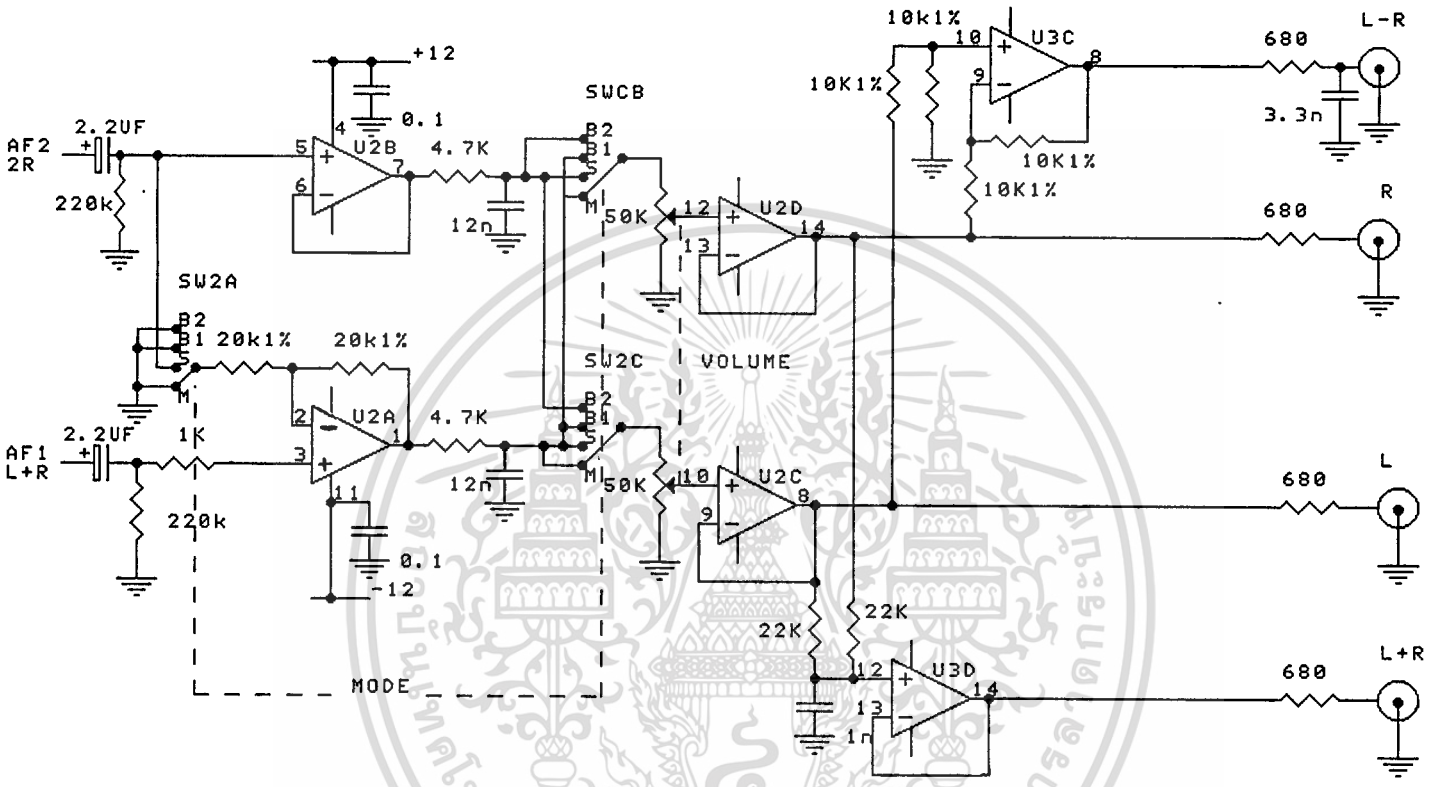
3. เมื่อต้องการรับฟังเสียงภาษาก็จะบิดสวิทช์ไปที่ B1 (Biligual) ซึ่งจะทำให้สัญญาณ 2R จะผ่านเข้าไปยังขา 5 ของ IC TL074 ซึ่งเป็น IC Op -Amp โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 1 และสัญญาณ L+R จะผ่านเข้าไปยังขา 3 ของIC TL074 โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 2 ซึ่งจะทำให้ได้สัญญาณ 2(L+R) ออกมา การขยายของทั้งคู่นี้จะเป็นแบบ Non-Inverting Amplifier เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณผ่านไปยังสวิทช์ ซึ่งสัญญาณ 2R จะไม่สามารถผ่านสวิทช์ไปได้ ส่วนสัญญาณ 2(L+R) จะผ่านสวิทช์เข้าไปยังขา 10 และขา 12 ของ IC TL074 ซึ่งเป็นการขยายแบบ Non-Inverting โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 1 ก็จะได้เสียงภาษาแรกออกมา

4. เมื่อต้องการรับฟังเสียงภาษาก็จะบิดสวิทช์ไปที่ B2 (Biligual) ซึ่งจะทำให้สัญญาณ 2R จะผ่านเข้าไปยังขา 5 ของ IC TL074 ซึ่งเป็น IC Op-Amp โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 1 และสัญญาณ L+R จะผ่านเข้าไปยังขา 3 ของIC TL074 โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 2 ซึ่งจะทำให้ได้สัญญาณ 2(L+R) ออกมา การขยายของทั้งคู่นี้จะเป็นแบบ Non-Inverting Amplifier เมื่อสัญญาณผ่านไปยังสวิทช์ ซึ่งสัญญาณ 2(L+R) จะไม่สามารถผ่านสวิทช์ไปได้ ส่วนสัญญาณ 2R จะผ่านสวิทช์เขาไปยังขา 10 และขา 12 ของ IC TL074 ซึ่งเป็นการขยายแบบ Non-Inverting โดยมีเกณฑ์การขยายเป็น 1 ก็จะได้เสียงเป็นอีกภาษาออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

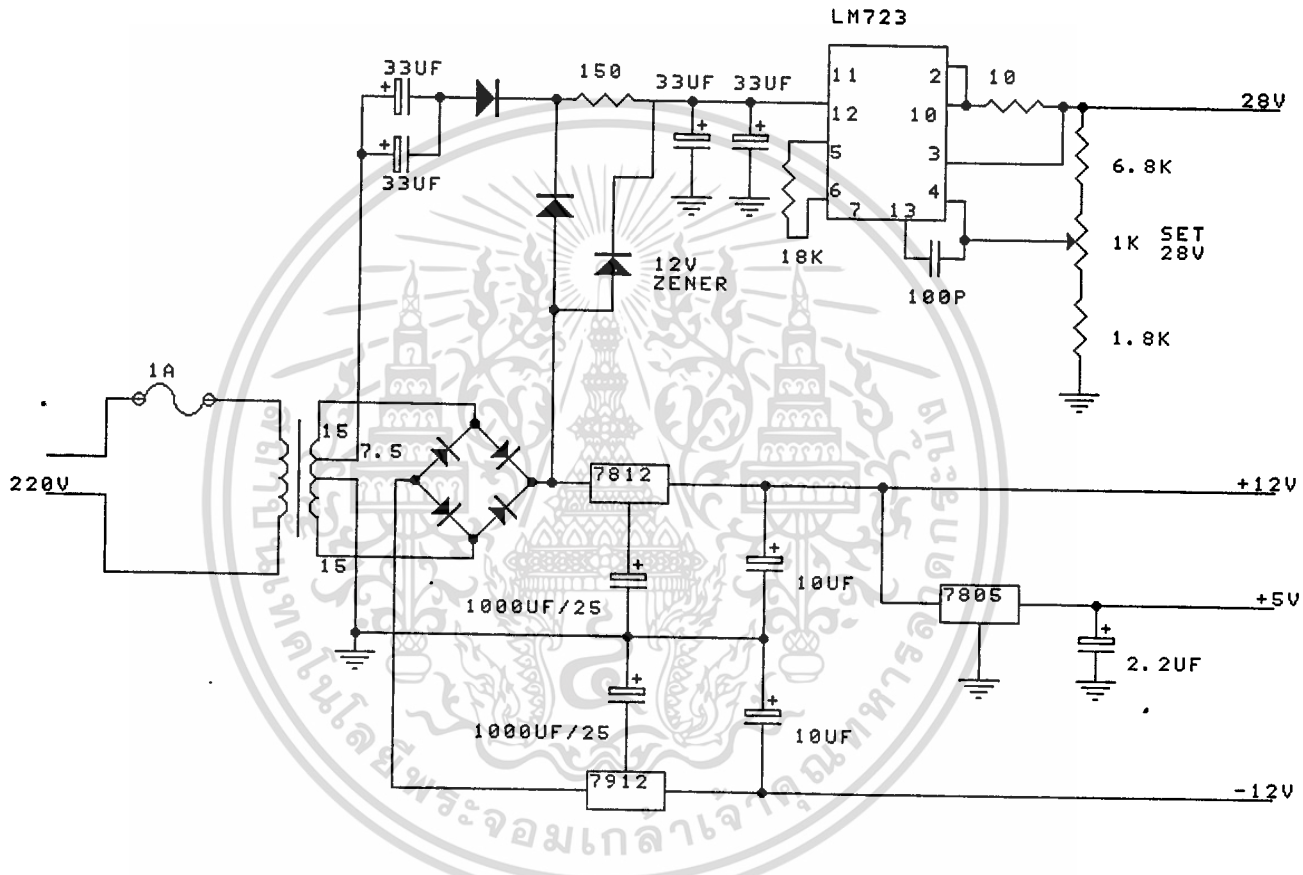


รูปที่ 3.4 วงจรภาค Decoder

3.4 การทำงานของภาค Power Supply

ภาค Power Supply นี้จะใช้ Transformer 15 7.5 0 7.5 15 Volts โดยที่ AC 15 Volts กับ 15 Volts จะถูก Rectifier โดยวงจร Diode Bridge Rectifier ไฟบวกจะถูก Regulate โดย IC Regulate 7812 ส่วนไฟลบก็จะถูก Regulate โดย IC Regulate 7912 ก็จะได้ไฟบวกลบ 12 Volts ซึ่งจะใช้เป็นไฟเลี้ยงแก่ OP-Amp และวงจร IF Amp ทางด้านไฟบวก 12 Volts จะถูก Regulate อีกครั้งโดย IC Regulate 7805 ได้ไฟบวก 5 Volts เพื่อเป็นไฟเลี้ยงแก่ IC TDA3857 ทางด้านไฟ AC 7.5 Volts ที่ออกจาก Transformer จะผ่าน Diode Rectifier แบบ Half Wave แล้วผ่าน Zener Diode 12 Volts ก่อนที่จะเข้าไปยัง IC LM423 เพื่อทำการ Regulate ให้ได้ไฟ 30 Volts เป็นไฟเลี้ยงในการ Tune สถานี วงจรนี้แสดงในรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรภาค Power Supply

บทที่ 4

การปรับแต่งและการนำไปใช้งาน

4.1 การปรับแต่ง

การปรับแต่งเครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอนี้จะมี Coil อยู่ 3 ชุดด้วยกัน คือ Coil 5.5 MHz , 5.74 MHz และ 36 MHz เมื่อทำการต่อสายอากาศและต่อสัญญาณ Video เข้าโทรทัศน์เรียบร้อยแล้วเปิดเครื่องทำการเลือกช่อง และ Tune สถานีเมื่อ Tune ได้แล้วให้บิดสวิทช์ไปที่ Mono ก็จะได้ยินเสียงแบบ Mono เสียงที่ออกมานี้จะเป็น Sound Carrier 5.5 MHz ดังนั้นให้ปรับที่ Coil 5.5 MHz โดยการหมุนขึ้นลงช้าๆ ให้ได้ยินเสียงที่ดังที่สุด จึงนับว่าใช้ได้ ต่อจากนั้นให้ปรับสวิทช์ไปที่ Stereo เสียงที่ออกมาจากลำโพงด้านซ้าย (L) จะเป็น Sound Carrier 5.5 MHz และเสียงที่ออกมาจากลำโพงด้านขวา (R) จะเป็น Sound Carrier 5.74 MHz จากนั้นให้ฟังเสียงจากลำโพงทั้งสองข้าง แล้วปรับ Coil 36 MHz โดยการหมุนขึ้นลงช้าๆ ให้ได้ยินเสียงที่ชัดที่สุด โดยปราศจากเสียง Buzz หรือให้น้อยที่สุด เมื่อปรับ Coil 36 MHz เสร็จแล้วต่อไปให้ฟังเสียงจากลำโพงทีละด้าน ครั้งแรกให้ฟังเสียงจากลำโพงด้านขวา จากนั้นให้ปรับที่ Coil 5.74 MHz โดยการหมุนขึ้นลงช้าๆ ให้ได้ยินเสียงที่ดังที่สุด เมื่อปรับได้แล้วจากนั้นจึงไปฟังเสียงจากลำโพงด้านซ้ายซึ่งตอนแรกปรับไว้แล้ว แต่เป็นการปรับแบบ Mono ซึ่งเป็นสัญญาณเสียงของ Sound Carrier 5.5 MHz เพียงอย่างเดียว ดังนั้นเมื่อปรับสวิทช์ไปที่ Stereo อาจจะทำให้ได้ยินเสียงไม่ชัด หรือเสียงที่ออกจากลำโพงด้านซ้ายดังไม่เท่ากันกับเสียงที่ออกจากลำโพงด้านขวา จึงจำเป็นต้องปรับอีกครั้ง โดยการหมุนขึ้นลงช้าๆ ให้ได้ยินเสียงที่ชัดและเสียงที่ออกจากลำโพงทั้งสองด้านเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การนำไปใช้งาน

เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอนี้จะมีช่องเสียบสายอากาศ RF IN ที่ด้านหลังของเครื่อง เพื่อต่อสายอากาศโทรทัศน์ และมีช่อง VIDEO OUT ที่ด้านหลังของเครื่องใช้สำหรับต่อไปยังโทรทัศน์เพื่อที่จะดูภาพ เมื่อเปิดเครื่องแล้วให้เลือกช่องที่ต้องการโดยการ Tune สถานีได้โดย Tune ที่ด้านหลังของเครื่อง ซึ่งเครื่องนี้สามารถที่จะเลือกช่องสถานีได้ 5 ช่องสถานี ช่องสถานีที่ Tune จะเรียงจากซ้ายไปขวา ตามสวิทช์เลือกช่องสถานีที่ด้านหน้าของเครื่องนี้ และที่ด้านหลังของเครื่องนี้ จะมี Jack สำหรับต่อเข้าลำโพง 3 คู่ด้วยกัน คือ L กับ R , L-R กับ L+R และ Subwoofer 1 คู่ การที่จะฟังเสียงแบบ Steteo จะต้องใช้คู่ของ L กับ R จึงจะสามารถรับฟังเสียงแบบ Stereo หรือ Bilingual ได้ ส่วนคู่ L+R กับ L-R จะใช้เป็น Serround เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอนี้สามารถรับฟังได้ 3 ลักษณะด้วยกัน คือ Mono , Stereo และ Bilingual ซึ่ง Mono ก็จะเหมือนรับฟังเสียงจากโทรทัศน์ทั่วๆ ไปที่ไม่เป็นแบบสเตอริโอ ทางด้าน Stereo จะสามารถรับฟังเสียงแบบสเตอริโอซึ่งจะได้ยินเสียงที่เป็นธรรมชาติมากกว่า และ Bilingual สามารถที่จะรับฟังเสียงภาษาอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

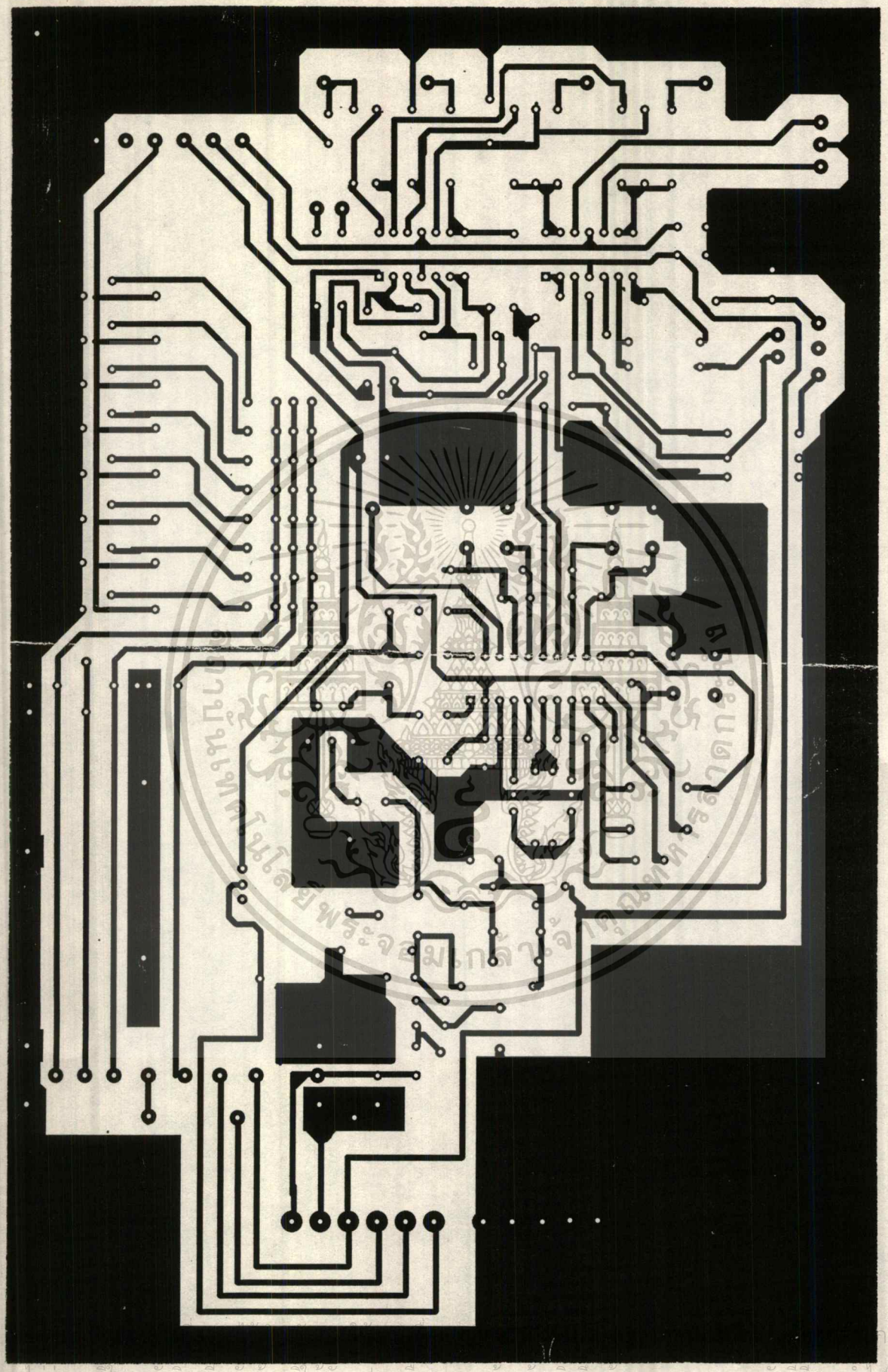
บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

จากการที่ได้ทดลองใช้เครื่องถอดรหัสสัญญาณทีวีสเตอริโอ สามารถที่จะรับฟังเสียงแบบสเตอริโอได้ และรับฟังเสียงภาษาต่างๆ ได้โดยใช้ได้กับโทรทัศน์รุ่นเก่าๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องไปซื้อโทรทัศน์เครื่องใหม่ แต่ข้อเสียของเครื่องนี้คือไม่สามารถเลือกช่องสถานีได้มากซึ่งในปัจจุบันนี้เคเบิ้ลทีวีส่วนมากจะมีการส่งสัญญาณเสียงแบบสเตอริโอกันมาก ดังนั้นจึงรับฟังเสียงแบบสเตอริโอได้เพียงบางช่องเท่านั้น ถ้าต้องการฟังช่องอื่นๆ ก็จะต้องทำการ Tune ช่องสถานีใหม่ และอีกอย่างหนึ่งคือไม่สามารถเลือก Band ได้เพราะได้มีการตั้ง Band ของแต่ละช่องสถานีไว้ตายตัวแล้วภายในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

TL071
TL072
TL074

2

LOW NOISE, JFET INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SILICON MONOLITH
INTEGRATED CIRCUIT

Low Noise, JFET Input Operational Amplifiers

These low noise JFET input operational amplifiers combine two state-of-the-art linear technologies on a single monolithic integrated circuit. Each internally compensated operational amplifier has well matched high voltage JFET input devices for low input offset voltage. The BIFET technology provides wide bandwidths and fast slew rates with low input bias currents, input offset currents, and supply currents. Moreover, the devices exhibit low noise and low harmonic distortion making them ideal for use in high fidelity audio amplifier applications. These devices are available in single, dual and quad operational amplifiers which are pin-compatible with the industry standard MC1741, MC1458, and the MC3403/LM324 bipolar products.

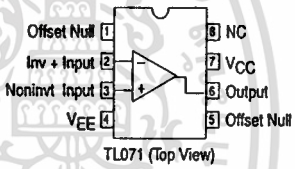
- Low Input Noise Voltage: 18 nV/$\sqrt{Hz}$ Typ
- Low Harmonic Distortion: 0.01% Typ
- Low Input Bias and Offset Currents
- High Input Impedance: 10^{12} Ω Typ
- High Slew Rate: 13 V/μs Typ
- Wide Gain Bandwidth: 4.0 MHz Typ
- Low Supply Current: 1.4 mA per Amp

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626

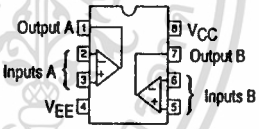
JG SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 693

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751
(SO-8)

PIN CONNECTIONS

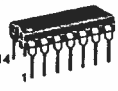


TL071 (Top View)



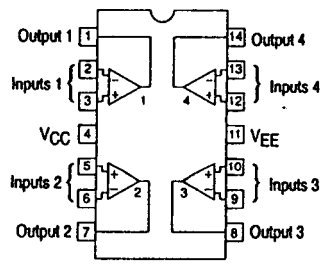
TL072 (Top View)

N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646
(TL074 Only)



J SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632
(TL074 Only)

PIN CONNECTIONS



TL074 (Top View)

ORDERING INFORMATION

Op Amp Function	Device	Temperature Range	Package
Single	TL071ACD, CD	0° to +70°C	SO-8
	TL071ACJG, CJG		Ceramic DIP
	TL071ACP, CP		Plastic DIP
Dual	TL072ACD, CD	0° to +70°C	SO-8
	TL072ACJG, CJG		Ceramic DIP
	TL072ACP, CP		Plastic DIP
Quad	TL074ACJ, CJ	0° to +70°C	Ceramic DIP
	TL074ACN, CN		Plastic DIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	TL07_C TL07_AC	Unit
Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	+18 −18	V
Differential Input Voltage	V_{ID}	±30	V
Input Voltage Range (Note 1)	V_{IDR}	±15	V
Output Short Circuit Duration (Note 2)	t_{SC}	Continuous	
Power Dissipation Plastic Package (N, P) Derate above T_A = +47°C Ceramic Package (J, JG) Derate above T_A = +82°C	P_D $1/\theta_{JA}$ P_D $1/\theta_{JA}$	680 10 680 10	mW mW/°C mW mW/°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C

NOTES: 1. The magnitude of the input voltage must not exceed the magnitude of the supply voltage or 15 V, whichever is less.
2. The output may be shorted to ground or either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that power dissipation ratings are not exceeded.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = +15 V, V_{EE} = −15 V, T_A = T_{high} to T_{low} [Note 3])

Characteristics	Symbol	TL07_C TL07_AC Min	Typ	Max	Unit
Input Offset Voltage (R_S ≤ 10 k, V_{CM} = 0) TL071, TL072 TL074 TL07_A	V_{IO}	— — —	— — —	13 13 7.5	mV
Input Offset Current (V_{CM} = 0) (Note 4) TL07_ TL07_A	I_{IO}	— —	— —	2.0 2.0	nA
Input Bias Current (V_{CM} = 0) (Note 4) TL07_ TL07_A	I_{IB}	— —	— —	7.0 7.0	nA
Large-Signal Voltage Gain (V_O = ±10 V, R_L ≥ 2.0 k) TL07_ TL07_A	A_{VOL}	15 25	— —	— —	V/mV
Output Voltage Swing (Peak-to-Peak) (R_L ≥ 10 k) (R_L ≥ 2.0 k)	V_O	24 20	— —	— —	V

NOTES: (continued)
3. T_{low} = 0°C for TL071C, TL071AC, TL072C, TL072AC, TL074C, TL074AC; T_{high} = +70°C for TL071C, TL071AC, TL072C, TL072AC, TL074C, TL074AC
4. Input Bias currents of JFET input op amps approximately double for every 10°C rise in Junction Temperature as shown in Figure 3. To maintain Junction Temperature as close to Ambient Temperature as possible, pulse techniques must be used during testing.

TEST CIRCUITS

Figure 1. Unity Gain Voltage Follower

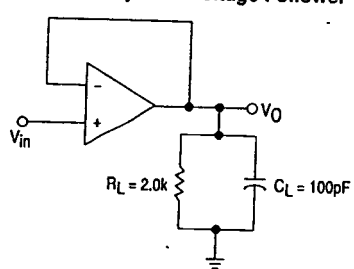
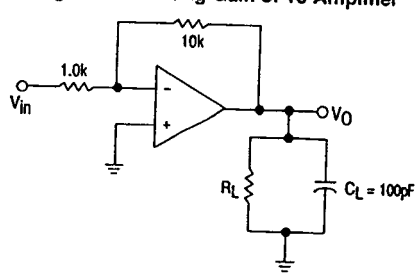


Figure 2. Inverting Gain of 10 Amplifier



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = +15 V, V_{EE} = −15 V, T_A = 25°C, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	TL07_C / TL07_AC Min	TL07_C / TL07_AC Typ	TL07_C / TL07_AC Max	Unit
Input Offset Voltage ($R_S \le 10$ k, V_{CM} = 0) TL071, TL072 TL074 TL07_A	V_{IO}	 — — —	 3.0 3.0 3.0	 10 10 6.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage R_S = 50 Ω, T_A = T_{low} to T_{high} (Note 3)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	—	10	—	μV/°C
Input Offset Current (V_{CM} = 0) (Note 4) TL07_ TL07_A	I_{IO}	 — —	 5.0 5.0	 50 50	pA
Input Bias Current (V_{CM} = 0) (Note 4) TL07_ TL07_A	I_{IB}	 — —	 30 30	 200 200	pA
Input Resistance	r_i	—	10^{12}	—	Ω
Common Mode Input Voltage Range TL07_ TL07_A	V_{ICR}	 ±10 ±11	 +15, −12 +15, −12	 — —	V
Large-Signal Voltage Gain (V_O = ±10 V, $R_L \ge$ 2.0 k) TL07_ TL07_A	A_{VOL}	 25 50	 150 150	 — —	V/mV
Output Voltage Swing (Peak-to-Peak) (R_L = 10 k)	V_O	24	28	—	V
Common Mode Rejection Ratio ($R_S \le$ 10 k) TL07_ TL07_A	CMRR	 70 80	 100 100	 — —	dB
Supply Voltage Rejection Ratio ($R_S \le$ 10 k) TL07_ TL07_A	PSRR	 70 80	 100 100	 — —	dB
Supply Current (Each Amplifier)	I_D	—	1.4	2.5	mA
Unity Gain Bandwidth	BW	—	4.0	—	MHz
Slew Rate (See Figure 1) V_{in} = 10 V, R_L = 2.0 k, C_L = 100 pF	SR	—	13	—	v/μs
Rise Time (See Figure 1)	t_r	—	0.1	—	μs
Overshoot Factor V_{in} = 20 mV, R_L = 2.0 k, C_L = 100 pF	—	—	10	—	%
Equivalent Input Noise Voltage R_S = 100 Ω, f = 1000 Hz	e_n	—	18	—	nV/√Hz
Equivalent Input Noise Current R_S = 100 Ω, f = 1000 Hz	i_n	—	0.01	—	pA/√Hz
Total Harmonic Distortion V_O (RMS) = 10 V, $R_S \le$ 1.0 k $R_L \ge$ 2.0 k, f = 1000 Hz	THD	—	0.01	—	%
Channel Separation A_V = 100	—	—	120	—	dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

Figure 3. Input Bias Current versus Temperature

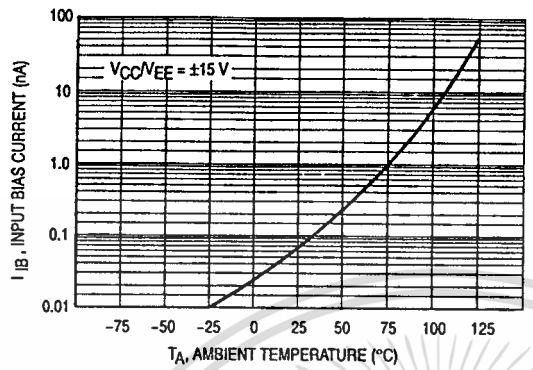


Figure 4. Output Voltage Swing versus Frequency

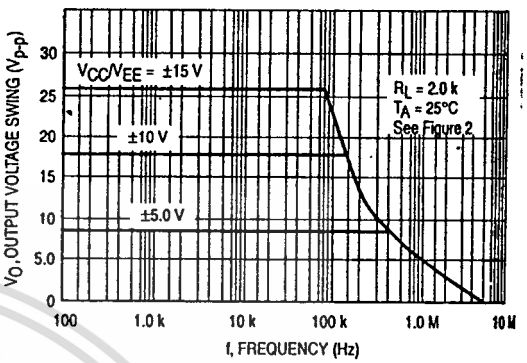


Figure 5. Output Voltage Swing versus Load Resistance

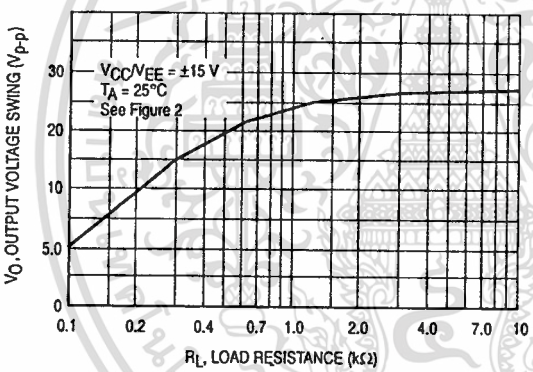


Figure 6. Output Voltage Swing versus Supply Voltage

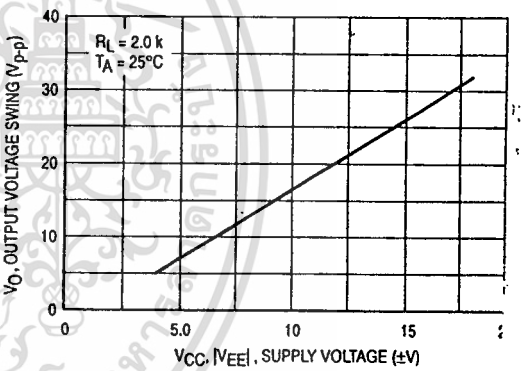


Figure 7. Output Voltage Swing versus Temperature

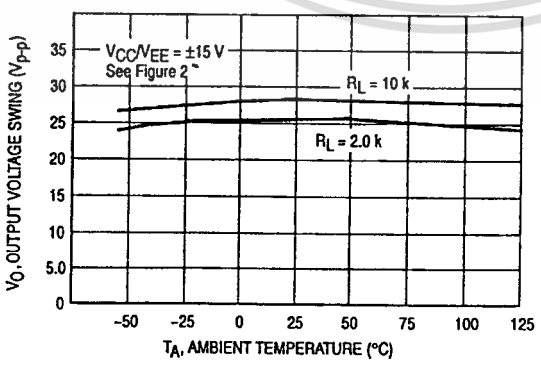
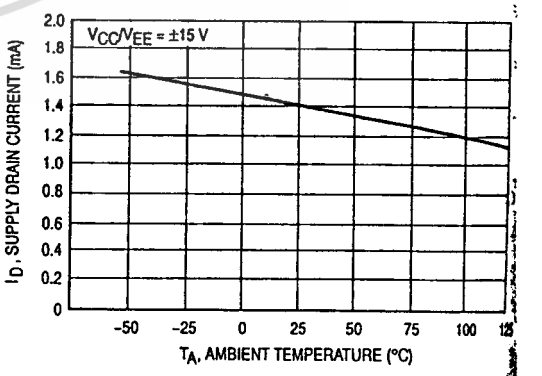


Figure 8. Supply Current per Amplifier versus Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 9. Large-Signal Voltage Gain and Phase Shift versus Frequency

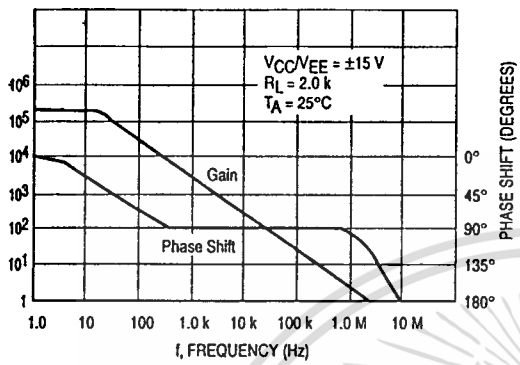


Figure 10. Large-Signal Voltage Gain versus Temperature

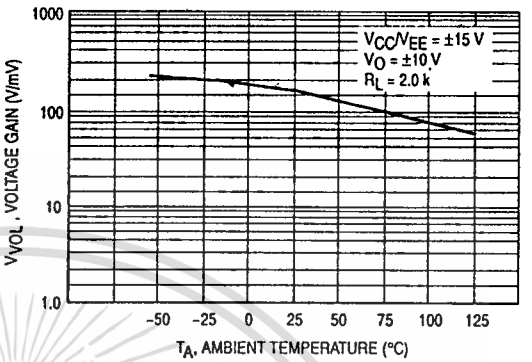


Figure 11. Normalized Slew Rate versus Temperature

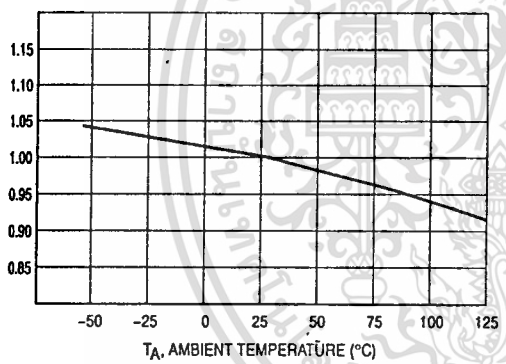


Figure 12. Equivalent Input Noise Voltage versus Frequency

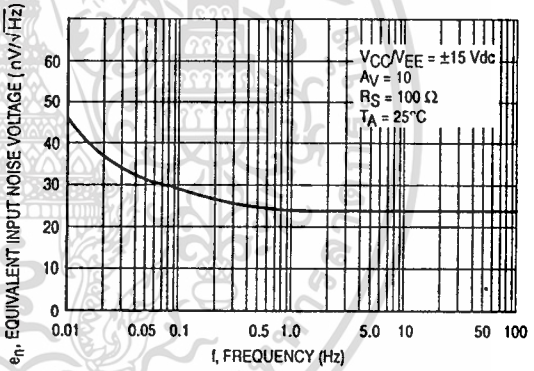
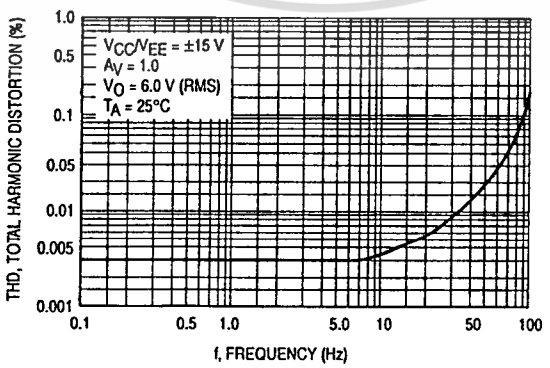


Figure 13. Total Harmonic Distortion versus Frequency



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCIR Channel	Band	Picture Carrier	Color Carrier	Sound Carrier	CCIR Channel	Band	Picture Carrier	Color Carrier	Sound Carrier
E 2	VHF	48.25	52.68	53.75	S 22		311.25	315.68	316.75
E 3	Broad-	55.25	59.68	60.75	S 23		319.25	323.68	324.75
E 4	cast	62.25	66.68	67.75	S 24		327.25	331.68	332.75
S 4		126.25	130.68	131.75	S 25		335.25	339.68	340.75
S 5		133.25	137.68	138.75	S 26		343.25	347.68	348.75
S 6	Low	140.25	144.68	145.75	S 27		351.25	355.68	356.75
S 7	Special	147.25	151.68	152.75	S 28		359.25	363.68	364.75
S 8	Channels	154.25	158.68	159.75	S 29		367.25	371.68	372.75
S 9		161.25	165.68	166.75	S 30		375.25	379.68	380.75
S 10		168.25	172.68	173.75	S 31	Extended	383.25	387.68	388.75
E 5		175.25	179.68	180.75	S 32	Special	391.25	395.68	396.75
E 6		182.25	186.68	187.75	S 33	Channels	399.25	403.68	404.75
E 7	VHF	189.25	193.68	194.75	S 34		407.25	411.68	412.75
E 8	Broad-	196.25	200.68	201.75	S 35		415.25	419.68	420.75
E 9	cast	203.25	207.68	208.75	S 36		423.25	427.68	428.75
E 10		210.25	214.68	215.75	S 37		431.25	435.68	436.75
E 11		217.25	221.68	222.75	S 38		439.25	443.68	444.75
E 12		224.25	228.68	229.75	S 39		447.25	451.68	452.75
S 11		231.25	235.68	236.75	S 40		455.25	459.68	460.75
S 12		238.25	242.68	243.75	S 41		463.25	467.68	468.75
S 13		245.25	249.63	250.75	21		471.25	475.68	476.75
S 14	Upper	252.25	256.68	257.75	22		479.25	483.68	484.75
S 15	Special	259.25	263.68	264.75	23		487.25	491.68	492.75
S 16	Channels	266.25	270.68	271.75	24	UHF	495.25	499.68	500.75
S 17		273.25	277.68	278.75	25	Broad-	503.25	507.68	508.75
S 18		280.25	284.68	285.75	26	cast	511.25	515.68	516.75
S 19		287.25	291.68	292.75	27		519.25	523.68	524.75
S 20		294.25	298.68	299.75	28		527.25	531.68	532.75
S 21		303.25	307.68	308.75	29		535.25	539.68	540.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANNEX I

SYNOPSIS OF TV SYSTEMS CHARACTERISTICS

TABLE I – *Characteristics of amplitude-modulated, vestigial-sideband television systems Simplified presentation of the main differences between systems* *

System	Lines/fields per second	RF-channel bandwidth, nominal (MHz)	Video bandwidth, nominal (MHz)	Width of vestigial sideband, nominal (MHz)	Polarity of vision modulation	Sound carrier position relative to vision carrier (MHz)
B	625/50	7	5	0.75	Negative	5.5
D, K	625/50	8	6	0.75	Negative	6.5
G	625/50	8	5	0.75	Negative	5.5
H	625/50	8	5	1.25	Negative	5.5
I	625/50	8	5.5	1.25	Negative	6
K1	625/50	8	6	1.25	Negative	6.5
L	625/50	8	6	1.25	Positive	6.5
M	525/60	6	4.2	0.75	Negative	4.5
N	625/50	6	4.2	0.75	Negative	4.5

TABLE II – *Simplified presentation of the main differences between the composite video signals used in terrestrial television* *

Colour coding system	Chrominance signals	Chrominance sub-carrier frequency (MHz)	Type of chrominance sub-carrier modulation
NTSC	E_I, E_Q	~ 3.58	Suppressed-carrier amplitude-modulation of two sub-carriers in quadrature
PAL	E_U, E_V	~ 4.43 (3.58 for M/PAL)	Suppressed-carrier amplitude-modulation of two sub-carriers in quadrature
SECAM	D_R, D_B (line sequential)	~ 4.41 (when D_R) ~ 4.25 (when D_B)	Frequency modulation, alternating one line D_R, one line D_B

* For fuller information, see CCIR Report 624 reproduced in the following pages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Country/Geographical area	System used in bands:	
	I/III VHF broadcasting (Band 8)	IV/V UHF broadcasting (Band 9)
Kenya (Republic of)	B/PAL (11)	G*/PAL (11)
Kuwait (State of)	B/PAL	G*/PAL (10)
Lesotho (Kingdom of)	I*/PAL (11)	I*/PAL (11)
Lebanon**	B/SECAM	G/SECAM
Liberia (Republic of)	B/PAL	–
Libya (Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya)**	B/SECAM	G* (16)
Luxembourg	B/PAL	G/PAL, L/SECAM
Madagascar (Democratic Republic of)**	K1/SECAM	K1* (16)
Malaysia	B/PAL	G/PAL
Malawi	B*/PAL (11)	G*/PAL (11)
Maldives (Republic of)	B/PAL	–
Mali (Republic of)	B/SECAM (11)	– (11)
Malta (Republic of)	B/PAL	–
Morocco (Kingdom of)	B/SECAM	G/SECAM (11)
Mauritius	B/SECAM	–
Mauritania (Islamic Republic of)	B/SECAM (11)	– (11)
Mexico	M/NTSC	M/NTSC
Monaco	L/SECAM	G/PAL, G/SECAM
Mongolian People's Republic**	D/SECAM	–
Montserrat	M/NTSC	–
Mozambique (People's Republic of)**	–	G/PAL
Nicaragua**	M/NTSC	–
Niger (Republic of the)**	K1/SECAM	K1* (16)
Nigeria (Federal Republic of)	B/PAL	I*/PAL (11)
Norway	B/PAL	G*/PAL (3)
New Zealand	B/PAL (13)	G/PAL (13)
Oman (Sultanate of)	B/PAL	G/PAL
Uganda (Republic of)**	B/PAL	G* (9) (11)
Pakistan (Islamic Republic of)	B/PAL	G/PAL
Panama (Republic of)	M/NTSC	M*/NTSC
Papua New Guinea	B/PAL	G/PAL
Paraguay (Republic of)**	N/PAL	–
Netherlands (Kingdom of the)	B/PAL	G/PAL
Peru	M/NTSC	M/NTSC
Philippines (Republic of the)**	M/NTSC	–
Poland (People's Republic of)	D/SECAM	K/SECAM
Portugal	B/PAL	G/PAL
Qatar (State of)	B/PAL	G/PAL
Syrian Arab Republic	B/PAL	G/PAL
German Democratic Republic	B/SECAM	G/SECAM
Democratic People's Republic of Korea**	D/PAL	K/PAL
Romania (Socialist Republic of)	D/PAL	K/PAL
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	– (5)	I/PAL
Rwandese Republic	K1* (16)	K1* (16)
St. Christopher and Nevis	M/NTSC	–
Senegal (Republic of)**	K1/SECAM	K1* (16)
Sierra Leone**	B/PAL (14)	G* (16)
Singapore (Republic of)	B/PAL	G*/PAL (12)
Somali Democratic Republic	B* (16)	G* (16)
Sudan (Republic of the)**	B/PAL	–
Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)**	B/PAL	–
South Africa (Republic of)	I/PAL	I/PAL
Sweden	B/PAL	G/PAL
Switzerland (Confederation of)	B/PAL	G/PAL (7)
Surinam (Republic of)	M/NTSC	–
Tanzania (United Republic of)**	B/PAL, I*/PAL (11)	I*/PAL (11)
Chad (Republic of)	K1*/SECAM (16)	K1*/SECAM (16)
Czechoslovak Socialist Republic	D/SECAM	K/SECAM
Thailand	B/PAL	G/PAL*
Togolese Republic**	K1/SECAM	K1* (16)
Tunisia	B/SECAM, PAL (2)	G/SECAM, PAL (2)
Turkey	B/PAL	G/PAL
Union of Soviet Socialist Republics	D/SECAM	K/SECAM
Uruguay (Eastern Republic of)	N/PAL	–
Venezuela (Republic of)**	M/NTSC	–
British Virgin Islands	M/NTSC	–
Viet Nam (Socialist Republic of)	D/SECAM	K/SECAM
Yemen Arab Republic**	B/PAL	–
Yemen (People's Democratic Republic of)**	B/PAL	–
Yugoslavia (Socialist Federal Republic of)	B/PAL	G/PAL
Zaire (Republic of)**	K1/SECAM	K1* (15) (16)
Zambia (Republic of)	B/PAL	G*/PAL
Zimbabwe (Republic of)	B/PAL	G*/PAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Country/Geographical area	System used in bands: I/III VHF broadcasting (Band 8)	IV/V UHF broadcasting (Band 9)
Afghanistan (Democratic Republic of)	D/SECAM	–
Albania (Socialist People's Republic of)**	B/PAL	G/PAL
Algeria (People's Democratic Republic of)	B/PAL (11)	G/PAL (11)
Germany (Federal Republic of)	B/PAL	G/PAL
Angola (People's Republic of)	I/PAL (11)*	– (11)
Netherlands Antilles	M/NTSC	–
Saudi Arabia (Kingdom of)	B/SECAM	G/SECAM
Argentine Republic	N/PAL	N/PAL
Australia	B/PAL (17)	B/PAL (17)
Austria	B/PAL	G/PAL (1)
Bahrain (State of)	B/PAL	G/PAL
Bangladesh (People's Republic of)	B/PAL	–
Belgium	B/PAL	H/PAL
Benin (People's Republic of)**	K1/SECAM	K1* (16)
Bermuda	M/NTSC	–
Burma (Socialist Republic of the Union of)	M/NTSC	–
Bolivia (Republic of)	M/NTSC	M/NTSC
Botswana (Republic of)**	I/PAL	I/PAL
Brazil (Federative Republic of)	M/PAL	M/PAL
Brunei Darussalam	B/PAL	–
Bulgaria (People's Republic of)	D/SECAM	K/SECAM
Burkina Faso	K1/SECAM (11)	K1*/SECAM (11)
Burundi (Republic of)**	K1* (16)	K1/SECAM
Cameroon (Republic of)	B/PAL	G*/PAL
Canada	M/NTSC	M/NTSC
Central African Republic	K1*/SECAM (16)	K1*/SECAM (16)
Chile	M/NTSC	M/NTSC
China (People's Republic of)	D/PAL	D/PAL
Cyprus (Republic of)	B/SECAM	G/SECAM
Colombia (Republic of)**	M/NTSC	M/NTSC
Comoros (Islamic Federal Republic of)	– (11)	– (11)
Congo (People's Republic of the)**	K1*/SECAM (16)	K1*/SECAM (16)
Korea (Republic of)	M/NTSC	M/NTSC
Costa Rica	M/NTSC	M/NTSC
Côte d'Ivoire (Republic of)**	K1/SECAM	K1* (16)
Cuba	M/NTSC	M/NTSC
Denmark (Including Greenland and Faeroe Islands)	B/PAL	G/PAL
Djibouti (Republic of)	B/SECAM, K1/SECAM (11)	– (11)
Dominican Republic**	M/NTSC	–
Egypt (Arab Republic of)	B/SECAM (11)	G/SECAM (11)
United Arab Emirates	B/PAL	G/PAL
Ecuador**	M/NTSC	–
Spain	B/PAL	G/PAL
United States of America	M/NTSC	M/NTSC
Ethiopia	B/PAL	G*/PAL
Finland	B/PAL	G/PAL
France	L/SECAM (8)	L/SECAM (8)
Gabonese Republic**	K1/SECAM	K1* (16)
Ghana	B/PAL (11)	G*/PAL (11)
Gibraltar	B/PAL	G/PAL
Greece	B/SECAM	G*/SECAM
Guatemala (Republic of)**	M/NTSC	–
Guinea (Republic of)**	K1/SECAM	K1* (15) (16)
Equatorial Guinea (Republic of)	B/PAL (11)	– (11)
Haiti (Republic of)**	M/NTSC	–
Honduras (Republic of)**	M/NTSC	–
Hong Kong	–	I/PAL
Hungarian People's Republic	D/SECAM	K/SECAM
India (Republic of)	B/PAL	–
Indonesia (Republic of)	B/PAL	–
Iran (Islamic Republic of)	B/SECAM	G/SECAM
Iraq (Republic of)**	B/SECAM	–
Ireland	I/PAL (4)	I/PAL (4)
Iceland	B/PAL	G*
Israel (State of)	B/PAL	G/PAL (6)
Italy	B/PAL	G/PAL
Jamaica**	M/NTSC	–
Japan	M/NTSC	M/NTSC
Jordan (Hashemite Kingdom of)**	B/PAL	G/PAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note 1 – Austria reserves the right to the possible use of additional frequency-modulated sound carriers, in the band between 5.75 and 6.75 MHz, in relation to the picture carrier.

Note 2 – In Tunisia SECAM is used for broadcasting the national programmes; PAL is used for rebroadcasting other programmes.

Note 3 – No definite decision has been taken about the width of the residual sideband, but this country is willing to accept the assumption that for planning purposes the residual sideband will be 0.75 MHz wide.

Note 4. – System I will be used at all stations though with a vision to sound ratio of up to 10/1. In addition Ireland reserves the right to the possible use of an additional sound carrier in the band between 5.5 MHz and 6.75 MHz in relation to the vision carrier.

Note 5. – The United Kingdom has ceased to use Bands I and III for television broadcasting.

Note 6. – No final decision has been taken about the width of the residual sideband, but for planning purposes this country is willing to accept the assumption of a residual sideband 1.25 MHz wide.

Note 7. – The Swiss Administration is planning to use additional frequency-modulated sound carriers, in the frequency interval between the spacings of 5.5 and 6.5 MHz in relation to the picture carrier, at levels lower than or equal to the normal level of the sound carrier, for additional sound-tracks or for sound broadcasting.

Note 8. – In the French Overseas departments and territories, the system K1 is used instead of L/SECAM which is used in the metropolitan area.

Note 9. – Uganda is already committed to Standard B in band III. Standard G is planned for bands IV and V although further consideration will be given to other standards when bands IV and V stations are to be commissioned.

Note 10. – In Kuwait, if the services are called upon to broadcast in a second language, the frequencies between 5.5 MHz and 6.5 MHz could be used to provide an additional frequency-modulation sub-carrier.

Note 11. – The Indications are based on information provided by the respective country at the African Broadcasting Conference (AFBC(1)), Nairobi, September/October, 1986.

Note 12. – Singapore reserves the right to use additional frequency-modulation sound channels in the band between 5.5 and 6.5 MHz in relation to the picture carrier, for additional sound channels for sound broadcasting.

Note 13. – In New Zealand the frequency spacing between the vision carrier and the sound carrier is 5.4996 ± 0.0005 MHz and the modulation levels are identical to those of System I.

Note 14. – Sierra Leone now uses Standard B but reserves the right to use any other standard compatible with the Plan.

Note 15. – Zaire and Guinea (Republic of), planning has been based on Standard K1, but they reserve the right to use any other standard compatible with the Plan when they introduce television.

Note 16. – The Indications and Notes 14 and 15 are based on indications and notes given in the Final Acts of the VHF/UHF African Broadcasting Conference, Geneva, 1963.

Note 17 – Australia uses nominal modulation levels as specified for System I. The sound carrier for single carrier sound transmissions in Australia may be displaced 5.5 ± 0.0005 MHz from vision carrier. For stereophonic sound transmission the first sound carrier is 5.5 ± 0.0005 MHz from the vision carrier and the second sound carrier is 242.1875 kHz above this frequency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM723/LM723C Voltage Regulator

General Description

The LM723/LM723C is a voltage regulator designed primarily for series regulator applications. By itself, it will supply output currents up to 150 mA; but external transistors can be added to provide any desired load current. The circuit features extremely low standby current drain, and provision is made for either linear or foldback current limiting.

The LM723/LM723C is also useful in a wide range of other applications such as a shunt regulator, a current regulator or a temperature controller.

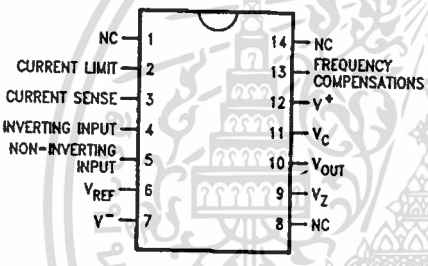
The LM723C is identical to the LM723 except that the LM723C has its performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of −55°C to +125°C.

Features

- 150 mA output current without external pass transistor
- Output currents in excess of 10A possible by adding external transistors
- Input voltage 40V max
- Output voltage adjustable from 2V to 37V
- Can be used as either a linear or a switching regulator

Connection Diagrams

Dual-In-Line Package



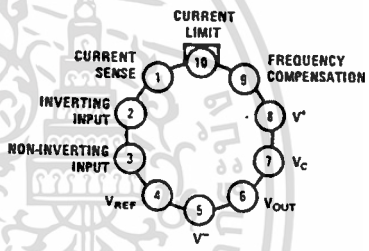
TL/H/8563–2

Top View

Order Number LM723J, LM723CJ, LM723CM or LM723CN

See NS Package J14A, M14A or N14A

Metal Can Package



TL/H/8563–3

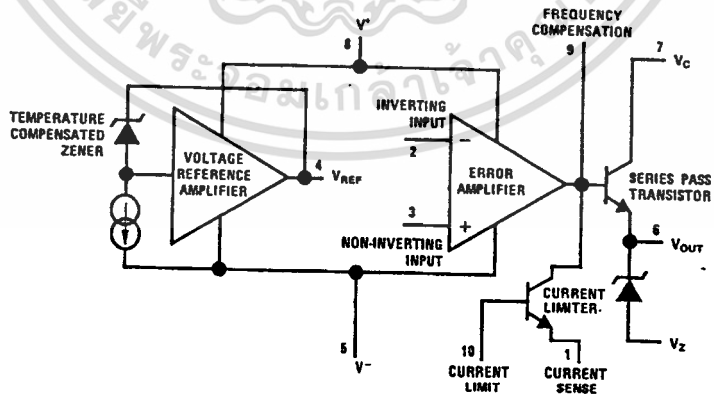
Note: Pin 5 connected to case.

Top View

Order Number LM723H or LM723CH

See NS Package H10C

Equivalent Circuit*



TL/H/8563–4

*Pin numbers refer to metal can package.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Note 9)

Pulse Voltage from V+ to V− (50 ms)	50V
Continuous Voltage from V+ to V−	40V
Input-Output Voltage Differential	40V
Maximum Amplifier Input Voltage (Either Input)	8.5V
Maximum Amplifier Input Voltage (Differential)	5V
Current from V_Z	25 mA
Current from V_{REF}	15 mA

Operating Temperature Range LM723	−55°C to +150°C
LM723C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range Metal Can	−65°C to +150°C
Molded DIP	−55°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 4 sec. max.)	
Hermetic Package	300°C
Plastic Package	260°C

Electrical Characteristics (Note 2)

Parameter	Conditions	LM723			LM723C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Line Regulation	V_{IN} = 12V to V_{IN} = 15V		0.01	0.1		0.01	0.1	% V_{OUT}
	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C			0.3				% V_{OUT}
	0°C ≤ T_A ≤ +70°C						0.3	% V_{OUT}
	V_{IN} = 12V to V_{IN} = 40V		0.02	0.2		0.1	0.5	% V_{OUT}
Load Regulation	I_L = 1 mA to I_L = 50 mA		0.03	0.15		0.03	0.2	% V_{OUT}
	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C			0.6				% V_{OUT}
	0°C ≤ T_A ≤ +70°C						0.6	% V_{OUT}
Ripple Rejection	f = 50 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 0		74			74		dB
	f = 50 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 5 μF		86			86		dB
Average Temperature Coefficient of Output Voltage (Note 8)	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C		0.002	0.015				%/°C
	0°C ≤ T_A ≤ +70°C					0.003	0.015	%/°C
Short Circuit Current Limit	R_{SC} = 10Ω, V_{OUT} = 0		65			65		mA
Reference Voltage		6.95	7.15	7.35	6.80	7.15	7.50	V
Output Noise Voltage	BW = 100 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 0		86			86		μVrms
	BW = 100 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 5 μF		2.5			2.5		μVrms
Long Term Stability			0.05			0.05		%/1000 hrs
Standby Current Drain	I_L = 0, V_{IN} = 30V		1.7	3.5		1.7	4.0	mA
Input Voltage Range		9.5		40	9.5		40	V
Output Voltage Range		2.0		37	2.0		37	V
Input-Output Voltage Differential		3.0		38	3.0		38	V
θ_{JA}	Molded DIP		105			105		°C/W
θ_{JA}	Cavity DIP		150			150		°C/W
θ_{JA}	TO-5 Board Mount in Still Air		225			225		°C/W
θ_{JA}	TO-5 Board Mount in 400 LF/Min Air Flow		90			90		°C/W
θ_{JA}	SO					125		°C/W
θ_{JC}			25			25		°C/W

Note 1: See derating curves for maximum power rating above 25°C.

Note 2: Unless otherwise specified, T_A = 25°C, V_{IN} = V^+ = V_C = 12V, V^- = 0, V_{OUT} = 5V, I_L = 1 mA, R_{SC} = 0, C_1 = 100 pF, C_{REF} = 0 and divider impedance as seen by error amplifier ≤ 10 kΩ connected as shown in *Figure 1*. Line and load regulation specifications are given for the condition of constant chip temperature. Temperature drifts must be taken into account separately for high dissipation conditions.

Note 3: L_1 is 40 turns of No. 20 enameled copper wire wound on Ferroxcube P36/22-3B7 pot core or equivalent with 0.009 in. air gap.

Note 4: Figures in parentheses may be used if R1/R2 divider is placed on opposite input of error amp.

Note 5: Replace R1/R2 in figures with divider shown in *Figure 13*.

Note 6: V^+ must be connected to a +3V or greater supply.

Note 7: For metal can applications where V_Z is required, an external 6.2V zener diode should be connected in series with V_{OUT}.

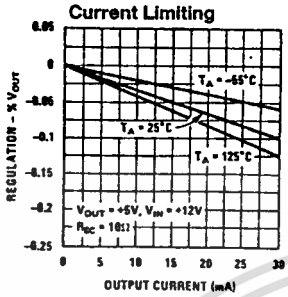
Note 8: Guaranteed by correlation to other tests.

Note 9: Refer to RETS723X military specifications for the LM723.

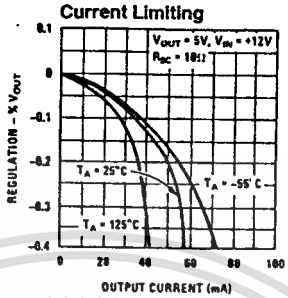
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

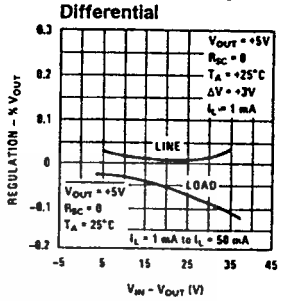
Load Regulation Characteristics with Current Limiting



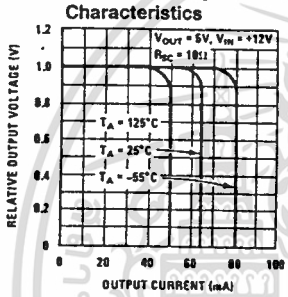
Load Regulation Characteristics with Current Limiting



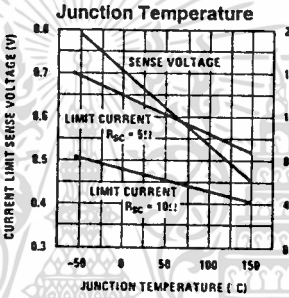
Load & Line Regulation vs Input-Output Voltage Differential



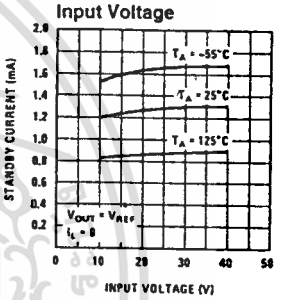
Current Limiting Characteristics



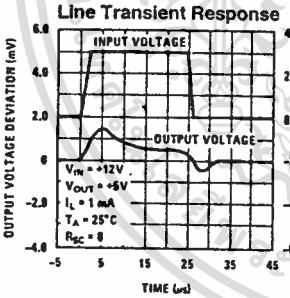
Current Limiting Characteristics vs Junction Temperature



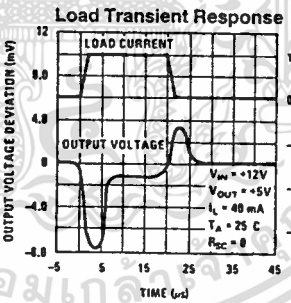
Standby Current Drain vs Input Voltage



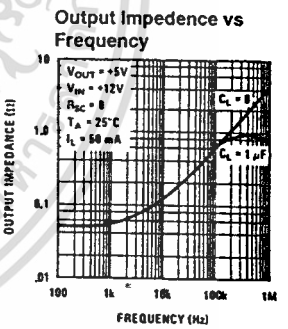
Line Transient Response



Load Transient Response

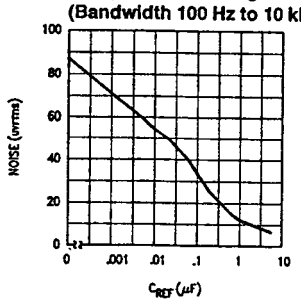


Output Impedence vs Frequency



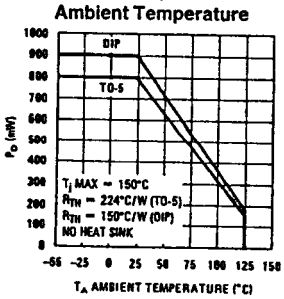
TL/H/8563–6

Noise vs Filter Capacitor (C_{REF} in Circuit of *Figure 1*) (Bandwidth 100 Hz to 10 kHz)



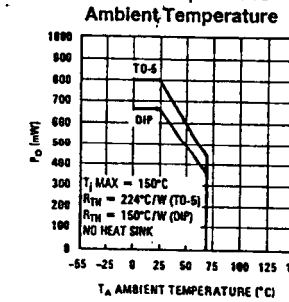
TL/H/8563–7

LM723 Power Dissipation vs Ambient Temperature



Maximum Power Ratings

LM723C Power Dissipation vs Ambient Temperature



TL/H/8563–5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

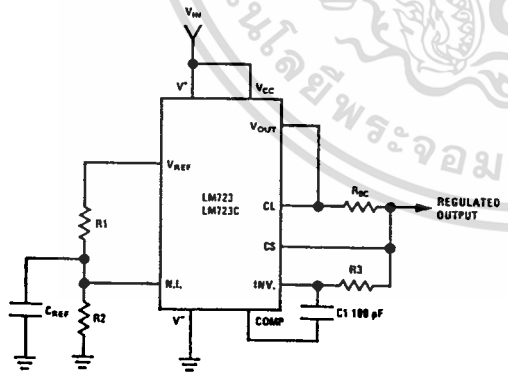
TABLE I. Resistor Values (kΩ) for Standard Output Voltage

Positive Output Voltage	Applicable Figures	Fixed Output ±5%		Output Adjustable ±10% (Note 5)			Negative Output Voltage	Applicable Figures	Fixed Output ±5%		5% Output Adjustable ±10%		
	(Note 4)	R1	R2	R1	P1	R2			R1	R2	R1	P1	R2
+3.0	1, 5, 6, 9, 12 (4)	4.12	3.01	1.8	0.5	1.2	+100	7	3.57	102	2.2	10	91
+3.6	1, 5, 6, 9, 12 (4)	3.57	3.65	1.5	0.5	1.5	+250	7	3.57	255	2.2	10	240
+5.0	1, 5, 6, 9, 12 (4)	2.15	4.99	0.75	0.5	2.2	−6 (Note 6)	3, (10)	3.57	2.43	1.2	0.5	0.75
+6.0	1, 5, 6, 9, 12 (4)	1.15	6.04	0.5	0.5	2.7	−9	3, 10	3.48	5.36	1.2	0.5	2.0
+9.0	2, 4, (5, 6, 9, 12)	1.87	7.15	0.75	1.0	2.7	−12	3, 10	3.57	8.45	1.2	0.5	3.3
+12	2, 4, (5, 6, 9, 12)	4.87	7.15	2.0	1.0	3.0	−15	3, 10	3.65	11.5	1.2	0.5	4.3
+15	2, 4, (5, 6, 9, 12)	7.87	7.15	3.3	1.0	3.0	−28	3, 10	3.57	24.3	1.2	0.5	10
+28	2, 4, (5, 6, 9, 12)	21.0	7.15	5.6	1.0	2.0	−45	8	3.57	41.2	2.2	10	33
+45	7	3.57	48.7	2.2	10	39	−100	8	3.57	97.6	2.2	10	91
+75	7	3.57	78.7	2.2	10	68	−250	8	3.57	249	2.2	10	240

TABLE II. Formulae for Intermediate Output Voltages

Outputs from +2 to +7 volts (*Figures 1, 5, 6, 9, 12, [4]*) $V_{OUT} = \left(V_{REF} \times \frac{R2}{R1 + R2}\right)$	**Outputs from +4 to +250 volts** (*Figure 7*) $V_{OUT} = \left(\frac{V_{REF}}{2} \times \frac{R2 - R1}{R1}\right)$; R3 = R4	**Current Limiting** $I_{LIMIT} = \frac{V_{SENSE}}{R_{SC}}$
Outputs from +7 to +37 volts (*Figures 2, 4, [5, 6, 9, 12]*) $V_{OUT} = \left(V_{REF} \times \frac{R1 + R2}{R2}\right)$	**Outputs from −6 to −250 volts** (*Figures 3, 8, 10*) $V_{OUT} = \left(\frac{V_{REF}}{2} \times \frac{R1 + R2}{R1}\right)$; R3 = R4	**Foldback Current Limiting** $I_{KNEE} = \left(\frac{V_{OUT}\,R3}{R_{SC}\,R4} + \frac{V_{SENSE}\,(R3 + R4)}{R_{SC}\,R4}\right)$ $I_{SHORT\ CKT} = \left(\frac{V_{SENSE}}{R_{SC}} \times \frac{R3 + R4}{R4}\right)$

Typical Applications



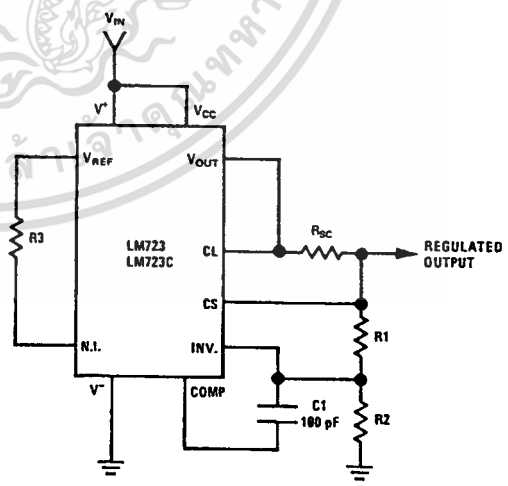
TL/H/8563–8

Note: $R3 = \frac{R1\,R2}{R1 + R2}$ for minimum temperature drift.

Typical Performance

Regulated Output Voltage	5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	0.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	1.5 mV

FIGURE 1. Basic Low Voltage Regulator (V_{OUT} = 2 to 7 Volts)



TL/H/8563–9

Note: $R3 = \frac{R1\,R2}{R1 + R2}$ for minimum temperature drift. R3 may be eliminated for minimum component count.

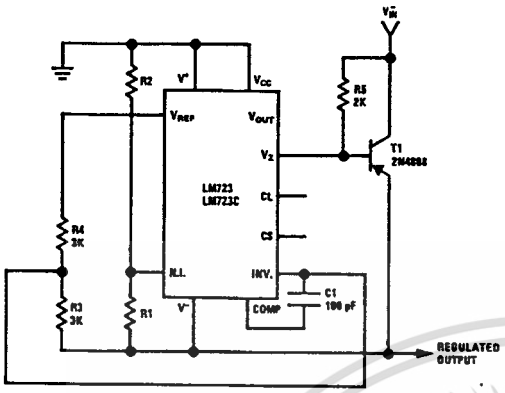
Typical Performance

Regulated Output Voltage	15V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	1.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	4.5 mV

FIGURE 2. Basic High Voltage Regulator (V_{OUT} = 7 to 37 Volts)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

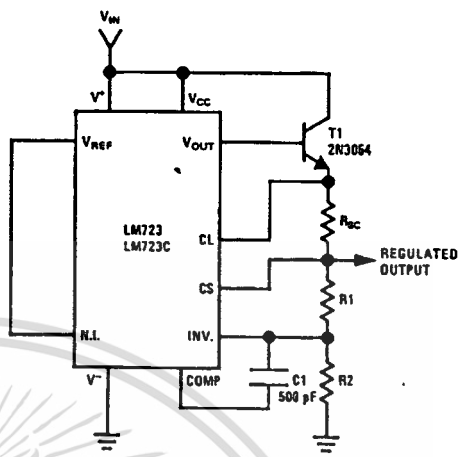


TL/H/8563–10

Typical Performance

Regulated Output Voltage	−15V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	1 mV
Load Regulation (ΔI_L = 100 mA)	2 mV

FIGURE 3. Negative Voltage Regulator

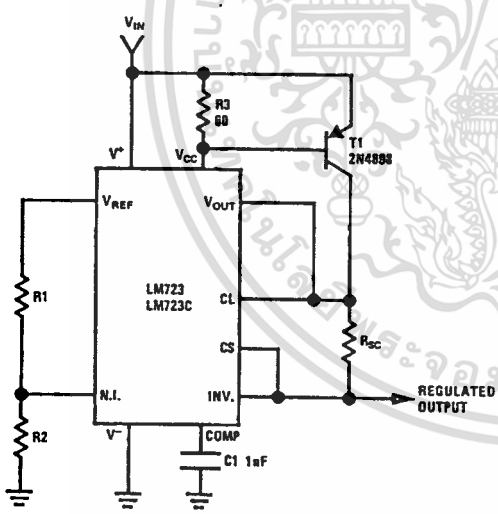


TL/H/8563–11

Typical Performance

Regulated Output Voltage	+15V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	1.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 1A)	15 mV

FIGURE 4. Positive Voltage Regulator (External NPN Pass Transistor)

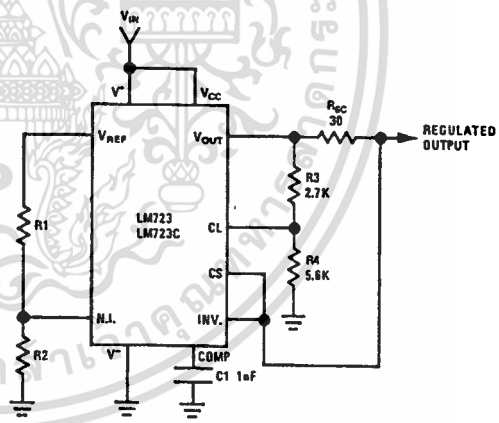


TL/H/8563–12

Typical Performance

Regulated Output Voltage	+5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	0.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 1A)	5 mV

FIGURE 5. Positive Voltage Regulator (External PNP Pass Transistor)



TL/H/8563–13

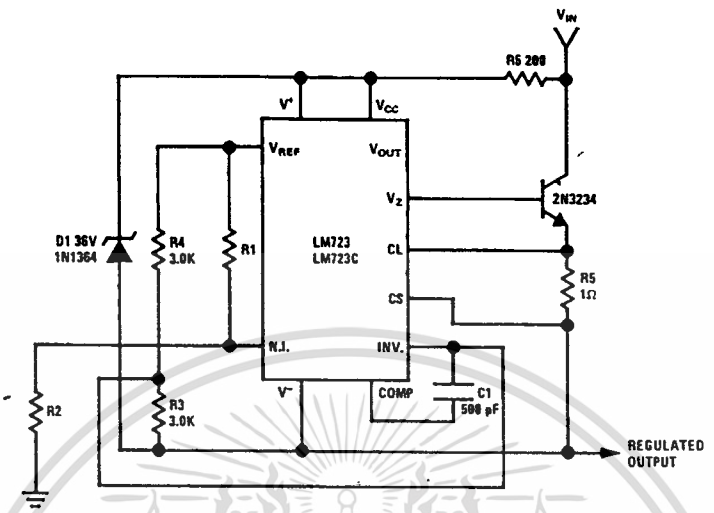
Typical Performance

Regulated Output Voltage	+5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	0.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 10 mA)	1 mV
Short Circuit Current	20 mA

FIGURE 6. Foldback Current Limiting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

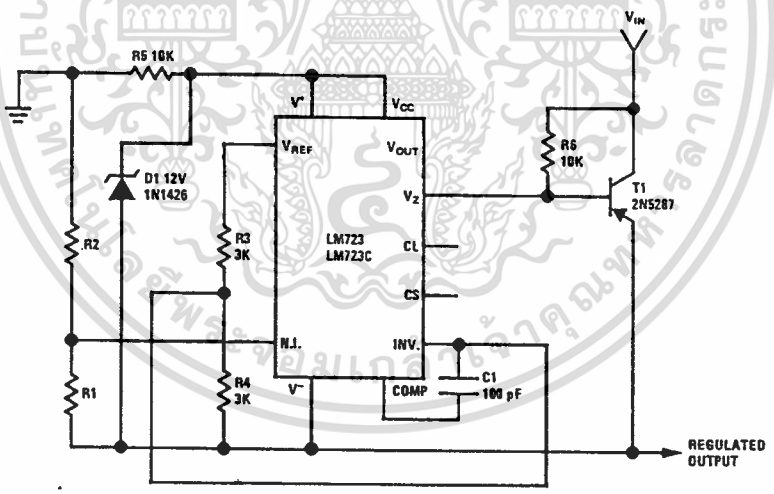
Typical Applications (Continued)



TL/H/8563–14

Typical Performance	
Regulated Output Voltage	+50V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 20V)	15 mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	20 mV

FIGURE 7. Positive Floating Regulator



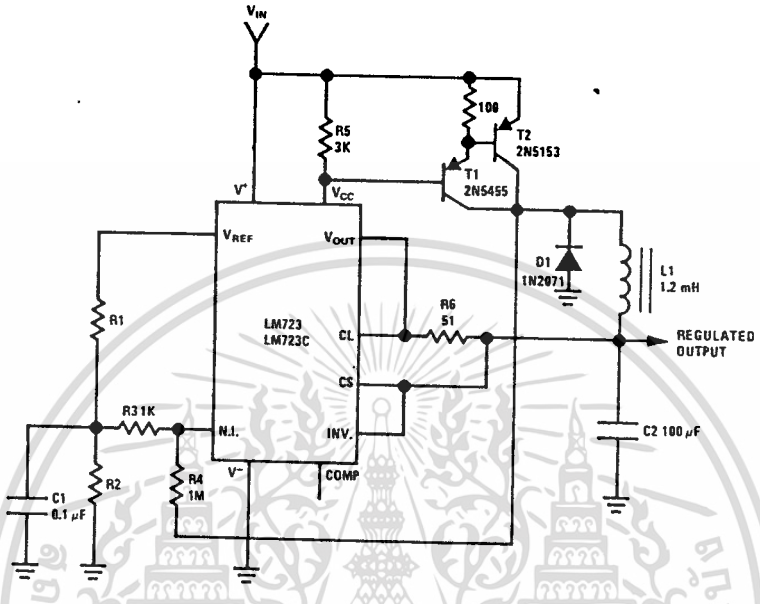
TL/H/8563–15

Typical Performance	
Regulated Output Voltage	−100V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 20V)	30 mV
Load Regulation (ΔI_L = 100 mA)	20 mV

FIGURE 8. Negative Floating Regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

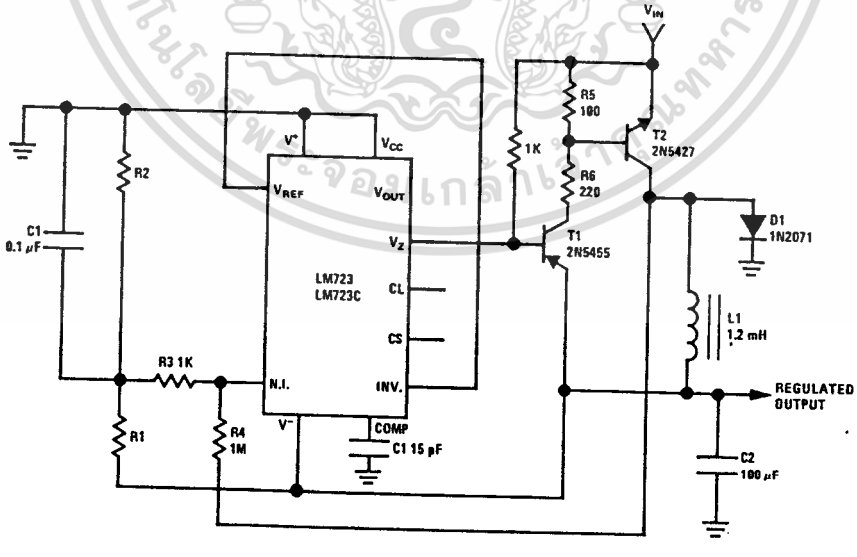


TL/H/8563–16

Typical Performance

Regulated Output Voltage	+5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 30V)	10 mV
Load Regulation (ΔI_L = 2A)	80 mV

FIGURE 9. Positive Switching Regulator



TL/H/8563–17

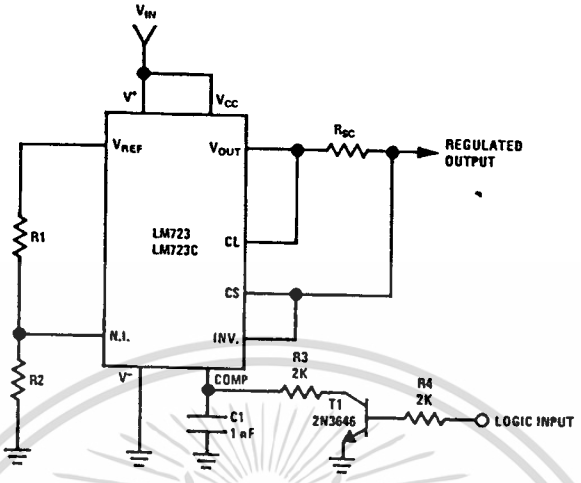
Typical Performance

Regulated Output Voltage	−15V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 20V)	8 mV
Load Regulation (ΔI_L = 2A)	6 mV

FIGURE 10. Negative Switching Regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)



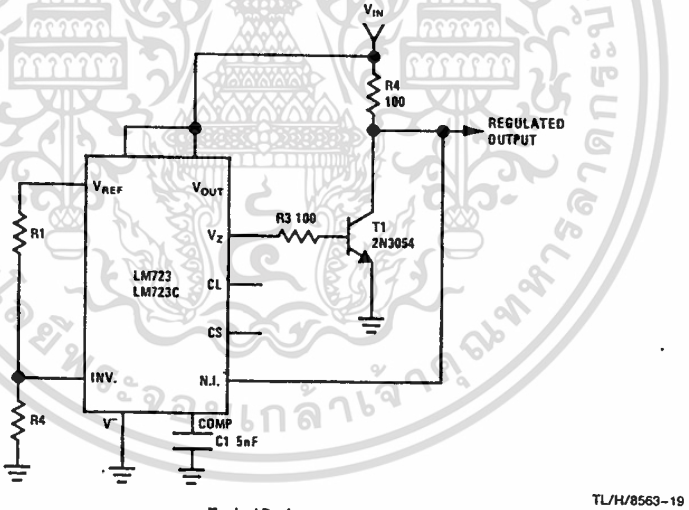
TL/H/8563–18

Note: Current limit transistor may be used for shutdown if current limiting is not required.

Typical Performance

Regulated Output Voltage	+5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	0.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	1.5 mV

FIGURE 11. Remote Shutdown Regulator with Current Limiting



TL/H/8563–19

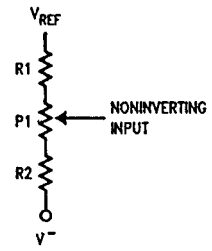
Typical Performance

Regulated Output Voltage	+5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 10V)	0.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 100 mA)	1.5 mV

FIGURE 12. Shunt Regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

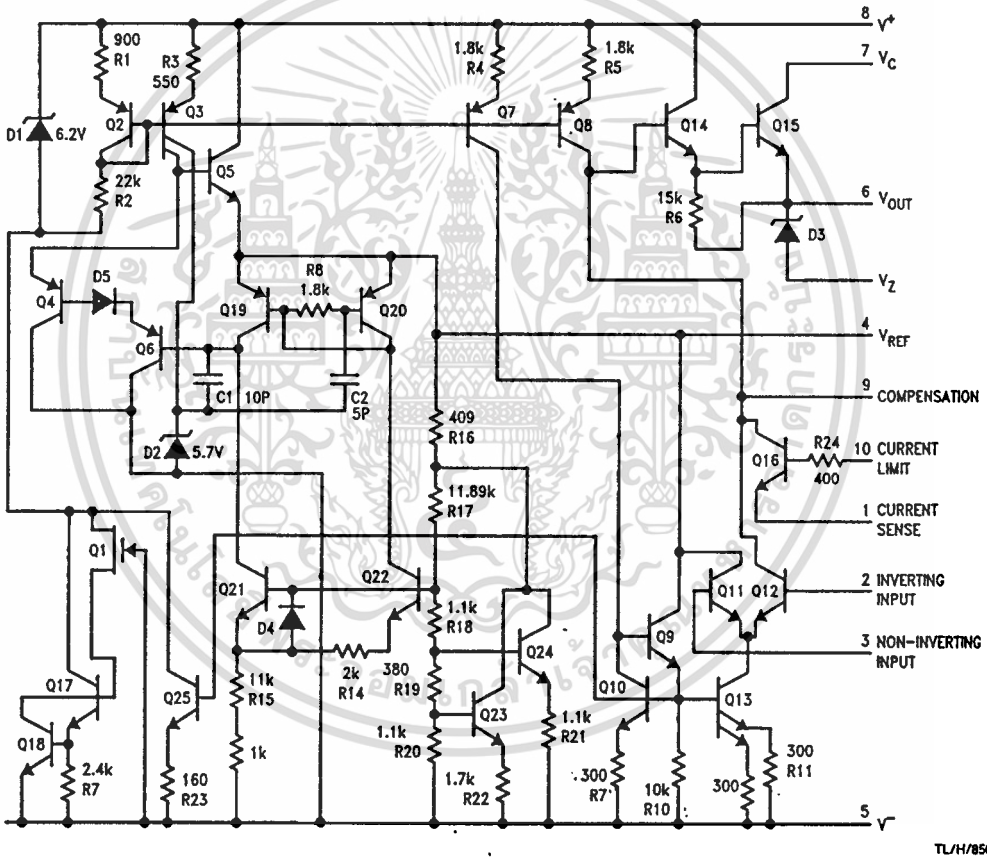
Typical Applications (Continued)



TL/H/8563–20

FIGURE 13. Output Voltage Adjust (See Note 5)

Schematic Diagram



TL/H/8563–1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้