



ระบบควบคุมห้องสทวี่ I (ภาพ และ เสียง)



วัน เดือน ปี.....	-1 คค 2511
เลขทะเบียน.....	038057
เลขเรียกหนังสือ.....	T 39017 4พ 2275

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปีการศึกษา 2539

TV STUDIO CONTROLLED SYSTEM I
(PICTURE AND SOUND)



MR. PORNPOT JITPRAROP
MR. MAROOT ANGWATTANAKIT
MR. SORNCHAI BOONCHU

**PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIRMENTS
FOR THE BACHELOR'S DEGREE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG

หัวข้อปริญญาโท ระบบควบคุมห้องส่งทีวี I (ภาพ และ เสียง)

โดย นาย พรพจน์ จิตต์ปรารภ
นาย มารุต อ่างวัฒนกิจ
นาย ศรชัย บุญชู

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2539

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
ปริญญาโทฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญาโท
อาจารย์ที่ปรึกษา
()

กรรมการ
()

กรรมการ
()

กรรมการ
()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมห้องส่งทีวี I (ภาพและเสียง)

โดย	นายพรพจน์	จิตต์ปรารภ	รหัสประจำตัว	37.013384
	นายมารุต	อ่างวัฒนกิจ	รหัสประจำตัว	37.013390
	นายศรชัย	บุญชู	รหัสประจำตัว	37.013398

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์อุทัย ศรีธีระวิโรจน์

ปีการศึกษา

2539

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้กล่าวถึง การควบคุมสัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ และ เสียง การควบคุมสัญญาณทางด้านภาพเราใช้อุปกรณ์ที่ เรียกว่า เครื่องสวิตซ์เซอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์รวมหรือตัดต่อสัญญาณภาพจากอุปกรณ์ภาพต่างๆ เช่น กล้องถ่ายโทรทัศน์ วีดีโอ และ คอมพิวเตอร์ ซึ่งทางด้านคอมพิวเตอร์เราใช้โปรแกรม ACTION 2.5 เป็น โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวอักษร และ ภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงบนจอโทรทัศน์ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึง การใช้ งานอุปกรณ์ ที่เรียกว่า สวิตซ์เซอร์และใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป ACTION 2.5

ส่วนทางด้านเสียงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึง ระบบการรวม หรือ ตัดต่อสัญญาณทางด้านเสียงหรือที่เรียกกันทั่วไปว่าการมิกซ์เสียงโดยใช้อุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่า เครื่องมิกเซอร์ ซึ่งมีความสำคัญ ในระบบควบคุมห้องส่งโทรทัศน์ เช่นกัน

TV STUDIO CONTROLLED SYSTEM I (PICTURE AND SOUND)

BY	MR.PORNPOT	JITPRAROP	37013384
	MR.MAROOT	ANGWATTANAKIT	37013390
	MR.SORNCHAI	BOONCHU	37013398

PROJECT REPORT ADVISOR MR.UTHAI SRITHIRAVIROJ

ACADEMEC YEAR 2539

ABSTRACT

This project deals with controlling television signal for picture and sound. For picture controlling we used equipment and called switcher. This equipment can mixing or editing cutting television picture and computer. For computerized, we used Action2.5 program in which it can controlled the moving character and computer image display on television screen. Herein, this project also described the application and using switcher equipment on Action2.5 program.

For sound controlled, this the project described with editing of sound system by means of mixer. It play an important role in television studio control room system.

III

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี และการให้คำแนะนำต่อคณะผู้จัดทำ ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์อุทัย ศรีธีระวิโรจน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการระบบควบคุมห้องส่งทีวี I (ภาพ และ เสียง) และรวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาคเทคนิคอุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษาแนะนำด้วยดีตลอดมา ดังนั้นผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ. โอกาสนี้

นาย พรพจน์ จิตต์ปรารภ
นาย มารุต อ่างวัฒนกิจ
นาย ศรชัย บุญชู



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	(I)
Abstract	(II)
กิตติกรรมประกาศ	(III)
บทนำ	(IV)
บทที่ 1 คุณสมบัติของออปแอมป์	1
ลักษณะการทำงาน	4
คุณสมบัติและพารามิเตอร์บางชนิดของออปแอมป์	5
บทที่ 2 ออปแอมป์ในวงจรเครื่องเสียง	13
สัญญาณรบกวน	14
วงจรขยายแรงดันสำหรับวงจรออคิโอ	14
วงจรปรับทูนแหลมชนิดแอกทีฟ	17
วงจรออคิโอมิกเซอร์	20
บทที่ 3 การป้องกันทดสอบและเพิ่มเสถียรภาพให้วงจรออปแอมป์	21
การป้องกันภาคอินพุต	21
การป้องกันภาคเอาต์พุต	23
วงจรป้องกันขั้วที่ต่อไฟเลี้ยง	24
การเพิ่มเสถียรภาพให้แก่วงจร	25
การตรวจสอบวงจรโดยใช้โวลท์มิเตอร์	25
บทที่ 4 คอนโซล	27
วิธีการของคอนโซล	27
ระบบควบคุมความแรงเสียง	29
สวิตช์ตัดต่อ	30
อินพุตอื่น ๆ ของคอนโซล	33
เอาต์พุตของคอนโซล	34

วียูมิเตอร์	38
พีคโปรแกรมมิเตอร์	43
มอนิเตอร์	44
หน้าที่ของคอนโซล	44
สวิทช์คีย์เกชั่น	44
บรอดคาสต์คอนโซล	44
Soundmix / Rakmix Input Section	52
บทที่ 5 อุปกรณ์ตัดต่อภาพ	55
คุณสมบัติในการทำงาน	55
ข้อควรระวัง	55
การควบคุมการต่อ	55
การต่อใช้งาน	60
ขั้นตอนการทำงาน	60
การต่อทอลลี	71
วิธีการต่างๆ ในการปฏิบัติการ	71
การจ่ายพลังงาน DC.	73
บทที่ 6 โปรแกรม ACTION 2.5	74
เริ่มต้นการใช้งาน	75
การประยุกต์ใช้งาน ACTION 2.5	81
ผลการทดลอง	86
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	92
เอกสารอ้างอิง	93
ภาคผนวก ก.	94
ภาคผนวก ข.	105
ภาคผนวก ค.	117

IV

บทนำ

ปัจจุบัน โทรทัศน์ได้มีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น ซึ่งให้ทั้งความเพลิดเพลิน ข่าวสาร และ ความรู้ต่างๆ ซึ่งจากภาพและเสียงที่ออกมาจากเครื่องโทรทัศน์ที่เราดูอยู่ ทุกวันนี้ก็ได้มาจากการควบคุมทั้งทางด้านภาพและเสียงจากห้องควบคุมซึ่งรวมทั้งรูปแบบการจัดรายการต่างๆอย่างต่อเนื่อง จากการควบคุมของห้องควบคุมทั้งสิ้น ซึ่งเราเรียกรวมกันว่า “ระบบห้องควบคุมการส่งสัญญาณโทรทัศน์” หรือ “TV STUDIO CONTROL ROOM SYSTEM”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของออปแอมป์

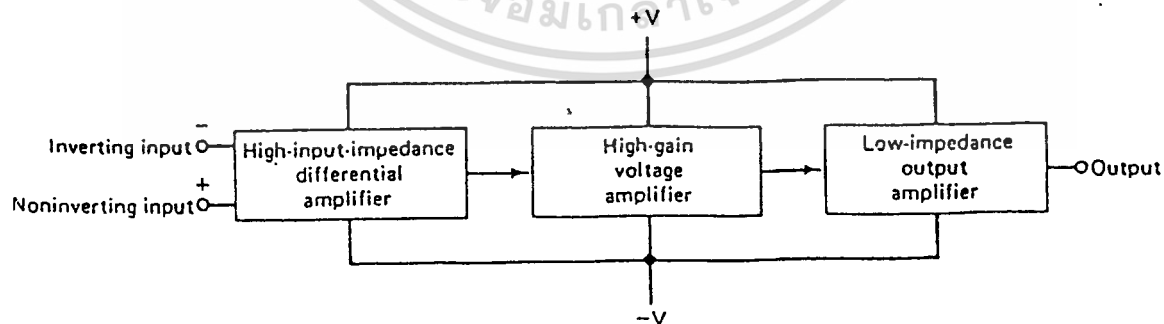
ออปแอมป์ คือ อุปกรณ์ชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถทำงานได้หลายรูปแบบ และ ยังเน้นความสะดวกในการนำไปใช้งานอีกด้วย โดยสามารถประกอบเป็นวงจรได้โดยการต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพียงไม่กี่ตัวเท่านั้น ในอดีตออปแอมป์จะประกอบขึ้นจากอุปกรณ์หลายตัวที่ ถูกนำมาบรรจุไว้ในภาชนะชิ้นเดียวกัน ซึ่งนอกจากจะทำให้มีขนาดใหญ่แล้ว ยังอาจมี ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำด้วย แต่ปัจจุบัน เราสามารถซื้อออปแอมป์ในรูปแบบวงจรรวม (IC) ได้ ความที่ออลตลาด และจากคุณสมบัติ IC ออปแอมป์ที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้อุปกรณ์ชนิดนี้เป็นที่รู้จัก กันอย่างแพร่หลาย

คุณสมบัติทั่วไป

โดยทั่วไปแล้วเราสามารถกล่าวได้ว่าไอซีออปแอมป์คือ อุปกรณ์โซลิดสเตต(SOLID STATE) ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถตรวจวัดระดับสัญญาณไฟตรงและไฟสลับได้ และยังสามารถนำไปใช้ขยาย สัญญาณได้อีกด้วยไอซีออปแอมป์พื้นฐานจะต้องประกอบด้วยวงจรภายในภาคต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์หรือวงจขยายผลต่าง (DIFFERENTIAL AMPLIFIER) ที่มีอินพุต อิมพีแดนซ์สูงมาก
2. วงจขยายแรงดันซึ่งมีอัตราขยายสูงมาก
3. วงจขยายภาคเอาต์พุตที่มี เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำมาก

รูป 1-1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรภายในภาคต่าง ๆ ของออปแอมป์ดังกล่าว และ จากรูปจะสังเกตเห็นว่า แรงดันไฟตรงที่จ่ายให้แก่ออปแอมป์มักประกอบด้วยไฟบวกและลบเพื่อให้ เอาต์พุตสามารถสวิงได้ทั้งซีกบวกและลบเทียบกับกราวด์



รูป 1-1

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ที่กล่าวมา ทำให้เราสามารถสรุปคุณสมบัติที่สำคัญบาง ประการของออปแอมป์ในอุดมคติ ดังนี้

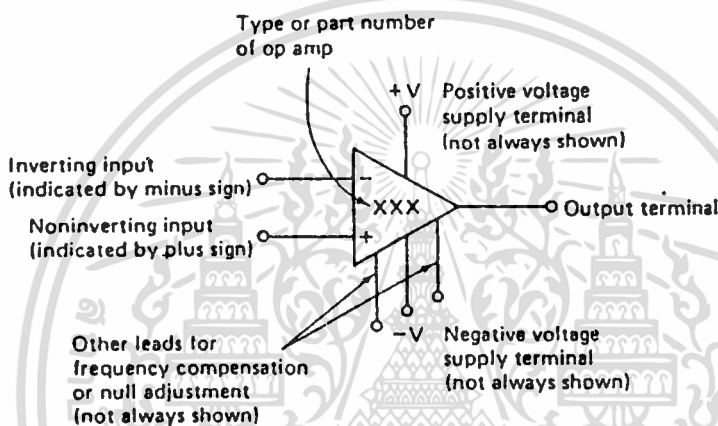
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการละเมิดลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เนื่องจากอินพุทอิมพีแดนซ์ของออปแอมป์มีค่าสูงเป็นอนันต์ กระแสเข้าที่อินพุทจะต่ำจนเกือบเท่าศูนย์ หรืออีกนัยหนึ่ง ไม่มีกระแสอินพุทเข้าสู่ออปแอมป์เลย

2. อัตราขยายขณะเปิดรูป A (ขณะที่ยังไม่มีการป้อนกลับ) จะมีค่าสูงมาก ซึ่งหมายความว่า แรงดันระหว่างขั้วอินพุทควรมีค่าใกล้เคียงศูนย์ (เนื่องจาก $V_{out}/A = V_{in}$)

3. เอาท์พุทอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมากจนไม่ทำตัวเป็นโหลดต่อภาคเอาท์พุทของวงจรรขยาย

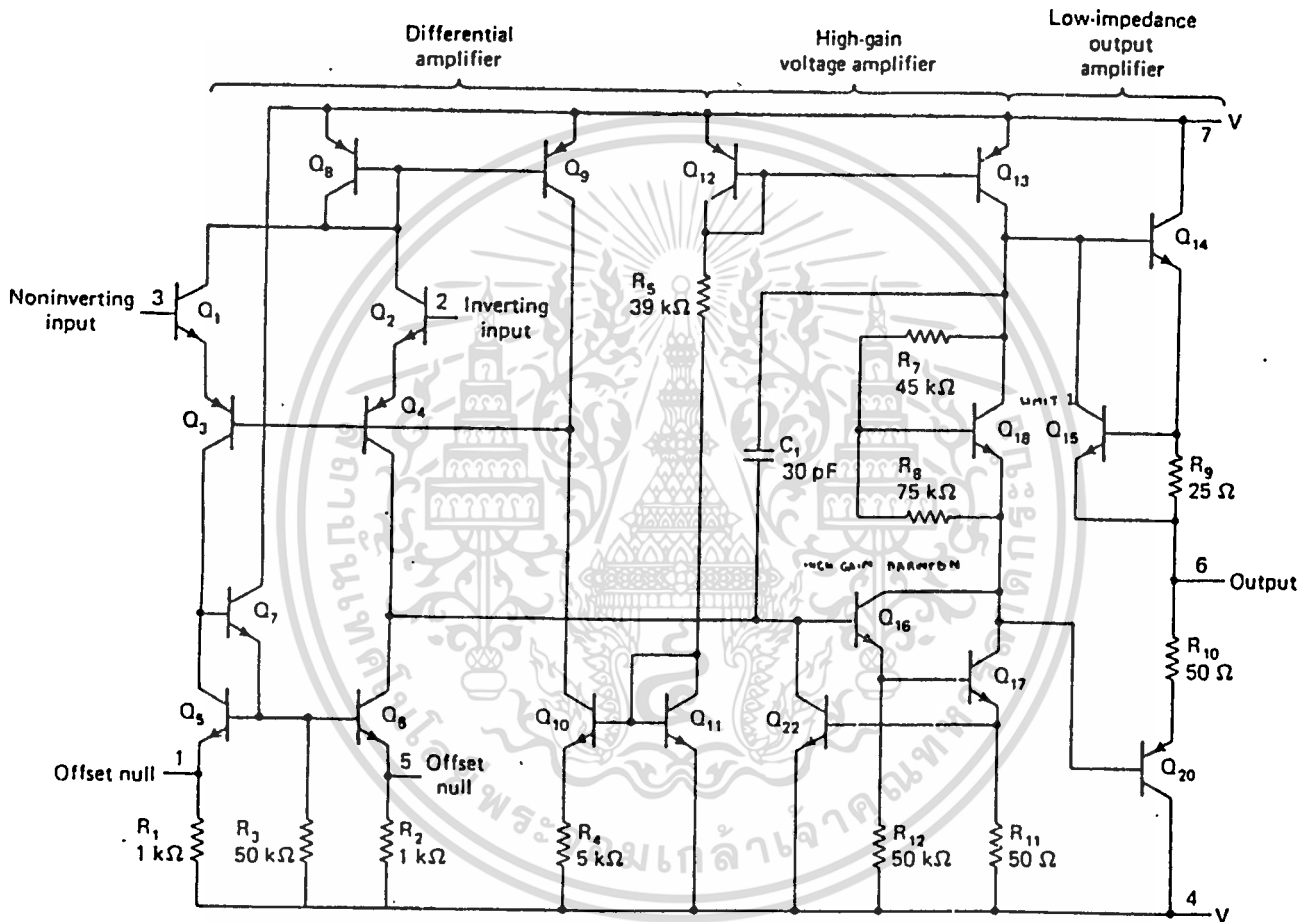
รูป 1-2 แสดงสัญลักษณ์ทั่วไปของออปแอมป์ ซึ่งประกอบด้วยขั้วอินพุท 2 ขั้ว ขั้วสำหรับแหล่งจ่ายไฟ 2 ขั้ว ขั้วเอาท์พุท 1 ขั้ว และขั้วสำหรับปรับออฟเซต หรือการชดเชย ความถี่อีก 2 ขั้ว



รูป 1-2

ขั้วอินพุททั้งสองของออปแอมป์มีลักษณะต่างกันดังนี้ คือสำหรับขั้วลบ เมื่อป้อนไฟตรงหรือไฟสลับเข้าไป ในขณะที่ขั้วบวกต่อกับจุดอ้างอิงจุดหนึ่ง สัญญาณที่ออกมาที่เอาท์พุทจะกลับเฟสกับอินพุท 180 องศา ส่วนการป้อนสัญญาณที่ขั้วบวก เอาท์พุทจะมีเฟสตรงกับอินพุท ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเครื่องหมายที่อินพุท คือ การแสดงเฟสของเอาท์พุทเทียบกับอินพุท ส่วนขั้วสำหรับปรับออฟเซต หรือชดเชยความถี่นั้น โดยมากมักจะไม่ต้องแสดงในวงจรทั่วไป

ในการนำออปแอมป์ไปใช้งานจริงนั้น เราอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาให้ลึกซึ้งถึงวงจรภายในแต่อย่างไรก็ตาม ในรูป 1-3 จะแสดงวงจรภายในของออปแอมป์เบอร์ 741 ซึ่งผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมจากสเป็ค หรือ รายละเอียดของผู้ผลิต



รูป 1-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

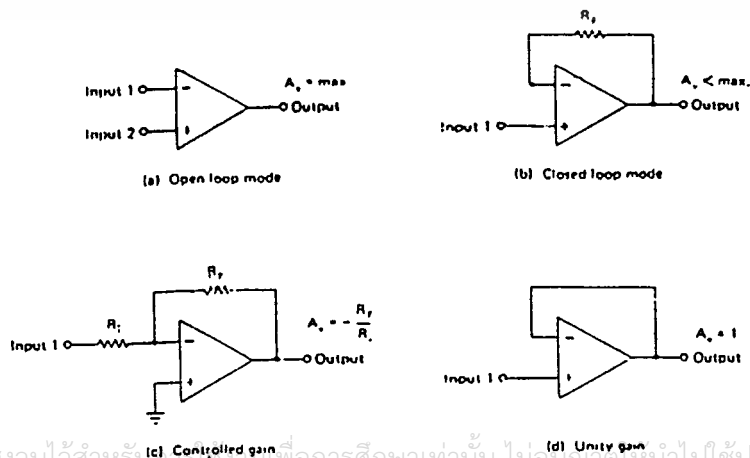
จากวงจรในรูป 1-3 พบว่า ไอซีออปแอมป์จะประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หลายตัวและมีตัวเก็บประจุน้อยมาก โดยมีเหตุผลที่ว่า ตัวเก็บประจุจะกินเนื้อที่ค่อนข้างมาก และขังกันไม่ให้ สัญญาณไฟตรงผ่านได้อีกด้วย แต่ตัวเก็บประจุ 30 pF ที่ต่อไว้ในวงจรนั้น มีหน้าที่ในการช่วยชดเชยความถี่เท่านั้น ซึ่งเราจะได้ศึกษาในบทต่อไป

หากนำวงจรในรูป 1-3 มาเปรียบเทียบกับรูป 1-1 จะสามารถแยกวงจรออกเป็น 3 ภาคได้เช่นกัน โดยมีทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ทำหน้าที่เป็นคิฟเฟอร์เรนเซียลแอมป์ ทรานซิสเตอร์ Q16 Q17 ซึ่งถูกต้องแบบคาร์ลิ่งตันทำหน้าที่เป็นวงจรขยายแรงดันที่มีอัตราขยายสูงมาก ส่วนภาคเอาต์พุตจะประกอบด้วย Q14 และ Q20 ทรานซิสเตอร์ Q15 นั้นมีไว้สำหรับจำกัดกระแสและป้องกันออปแอมป์เสียหาย เมื่อเอาต์พุตถูกลัดวงจร ส่วนอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ จะมีหน้าที่ในการจัดไบอัส และช่วยในการขยายสัญญาณสำหรับออปแอมป์

ลักษณะการทำงาน

ออปแอมป์ในอุดมคติจะมีอัตราขยายเป็นอนันต์ แต่ในทางปฏิบัติ อัตราขยายอาจมีค่าสูงสุดเพียง 10000 หรือ 1000000 เท่านั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราขยายขณะเปิดลูป (A_v) ดังรูป 1-4 a ในขณะที่เกิดความแตกต่างของแรงดันเพียงเล็กน้อยระหว่างขั้วอินพุตทั้งสอง เอาต์พุตจะสามารถให้สัญญาณสูงขึ้นหลายเท่า (ตามค่าของอัตราขยาย A_v) หากแต่จะถูกจำกัดด้วยขนาดของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงที่เราป้อนให้แก่ออปแอมป์ด้วย แต่ถึงเช่นนั้นก็ดี เอาต์พุตก็จะไม่สามารถมีค่าสูงสุดเท่ากับแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงได้จริง ทั้งนี้เกิดจากแรงดันที่ตกคร่อม Q14, R9 หรือ R10, Q20 ในรูป 1-3 ทำให้แรงดันเอาต์พุตสูงสุดอาจมีค่าประมาณ 90 % ของแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเท่านั้น

จากคุณสมบัติข้างต้น เราสามารถนำออปแอมป์ในขณะเปิดลูปไปใช้งานเป็นคอมพาราเตอร์ (COMPARATOR) หรือวงจรเปรียบเทียบแรงดันได้ โดยเอาต์พุตจะเปลี่ยนทันทีเมื่อมีความแตกต่างของแรงดันเกิดขึ้นระหว่างขั้วอินพุตของออปแอมป์



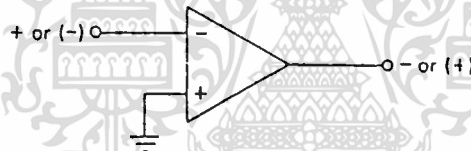
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ทว่า การทำงานของออปแอมป์ยังไม่สิ้นสุดเพียงเท่านั้น นอกจากนี้จะพบว่าการใช้ออปแอมป์ในลักษณะของลูปีด (มีการป้อนกลับ) จะทำให้ออปแอมป์มีประโยชน์สูงมากขึ้น ดังรูป 1-4 b การป้อนกลับในรูปใช้ตัวต้าน Rf เพียงตัวเดียว ซึ่งมีผลให้ออปแอมป์มีเสถียรภาพสูงขึ้น และมีสัญญาณรบกวนน้อยลงในขณะเดียวกัน อัตราขยายแรงดันจะลดลงด้วย

วงจรในรูป 1-4c แสดงการใช้ออปแอมป์โดยมีการป้อนสัญญาณเอาต์พุตกลับมายังอินพุต นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมอัตราขยายแรงดัน (ในขณะปัดลูปีด) ได้โดยอาศัยตัวต้านทาน 2 ตัวเท่านั้นทำให้อัตราขยายแรงดัน A_v มีค่าดังสมการ

$$A_v = - R_f/R_i$$

โดยที่เครื่องหมายลบแสดงถึงการกลับเฟสของเอาต์พุตเทียบกับอินพุต ส่วนวงจร 1-4 d แสดงการป้อนกลับในกรณีที่ $A_v = 1$ คุณสมบัติที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ คือ คุณสมบัติทั่วไปของออปแอมป์ซึ่งจะนำไปใช้ในบทต่อไปและนอกจากนี้ คุณสมบัติอีกประการที่ควรศึกษาคือ เรื่องความสัมพันธ์ของขั้วต่างๆระหว่างอินพุตกับและเอาต์พุตของออปแอมป์ ซึ่งสรุปไว้แล้วในรูป 1-5



รูป 1-5

1. ถ้าขั้ว - มีศักดาเป็นบวกสูงกว่าขั้ว + , เอาต์พุตเป็น -
2. ถ้าขั้ว - มีศักดาเป็นบวกต่ำกว่าขั้ว + , เอาต์พุตเป็น +

คุณสมบัติและพารามิเตอร์บางชนิดของออปแอมป์

1. อินพุตอิมพีแดนซ์

ในทางอุดมคติควรมีค่าเท่ากับอนันต์ แต่ในความจริง อินพุตอิมพีแดนซ์จะมีค่าประมาณ 1 เมกะโอห์ม (1×10^6 โอห์ม) ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์นี้ยังมีค่ามากขึ้นเท่าใด ออปแอมป์ตัวนั้นก็ทำงานได้ดียิ่งขึ้นนอกจากนี้ เมื่อนำออปแอมป์ไปใช้งานในย่านความถี่สูงควรระวังผลจากอินพุตคาปาซิแตนซ์ ของวงจรด้วย ซึ่งมักมีค่าประมาณ 2 พิโกฟาร์ด (2×10^{-12} ฟาร์ด) เมื่อขั้วอินพุตขั้วหนึ่งต่อกับกราวด์

2. เอาท์พุทอิมพีแดนซ์

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ออปแอมป์ในอุดมคติจะมีเอาท์พุทอิมพีแดนซ์เป็นศูนย์ แต่ในความเป็นจริงค่านี้อาจมีได้ตั้งแต่ 25 ถึงหลายพัน โอห์มขึ้นไปแต่อย่างไรก็ตาม เรามักสมมุติให้เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ ในวงจรมีค่าเป็นศูนย์ เพื่อง่ายต่อการคำนวณ

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ที่มีอินพุทอิมพีแดนซ์สูง และมีเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ต่ำออปแอมป์จึงเปรียบเสมือนเป็นอุปกรณ์ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นอิมพีแดนซ์เมทซิ่งที่ดีตัวหนึ่ง

3. กระแสไบอัสด้านอินพุท

เนื่องจากอินพุทอิมพีแดนซ์ของออปแอมป์ไม่เป็นอนันต์ ดังนั้น จึงมีกระแสค่าน้อย ๆ (มีหน่วยเป็น นาโน (10^{-9}) ถึง ไมโคร (10^{-6}) แอมแปร์) ไหลผ่านขั้วอินพุททั้งสอง ซึ่งค่าเฉลี่ยของกระแสดังกล่าวถูกเรียกว่าเป็น “ กระแสไบอัสด้านอินพุท ” กระแสจะก่อให้เกิดความไม่สมดุลย์ในวงจรภายในซึ่งจะเป็นผลกระทบต่อเอาท์พุทด้วย ดังนั้น กระแสนี้ควรถูกกำจัดให้มีค่าต่ำสุด (อาจทำได้โดยการใช้ออปแอมป์ที่มีอินพุทเป็น FET)

4. แรงดันออฟเซต (OFFSET) ที่เอาท์พุท

แรงดันออฟเซตที่เอาท์พุทเกิดขึ้นจากกระแสไบอัสด้านอินพุท ซึ่งในทางอุดมคติ เมื่อแรงดันอินพุทระหว่างขั้วทั้งสองมีค่าเท่ากัน แรงดันที่เอาท์พุทควรเป็นศูนย์ แต่โดยทั่วไปมักไม่เป็นเช่นนั้นคือ มักมีแรงดันค่าหนึ่งปรากฏที่เอาท์พุทขณะที่อินพุทเป็นศูนย์ ซึ่งเราสามารถแก้ไขได้โดย การป้อนแรงดัน หรือ กระแสออฟเซตที่อินพุท แล้วปรับจนได้ $V_{out} = 0$ โวลท์

5. กระแสออฟเซตที่อินพุท

ในการปรับแรงดันออฟเซตที่เอาท์พุทให้มีค่าเป็นศูนย์ กระแสอินพุททั้งสองขั้วควรมีค่าเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติ จะพบว่า เราต้องจ่ายกระแสให้ แก่อินพุทขั้วหนึ่งมากกว่าอีกขั้วหนึ่งเสมอ เพื่อให้แรงดันเอาท์พุทมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งกระแสออฟเซตนี้อาจมีค่าประมาณ 20 มิลลิแอมป์

6. แรงดันออฟเซตที่อินพุท

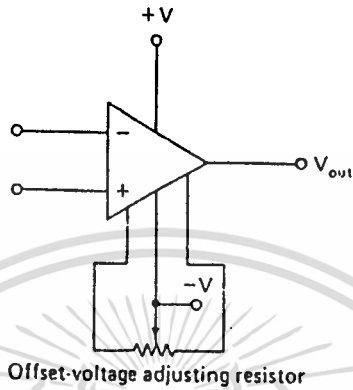
ในอุดมคติ แรงดันเอาท์พุทจะเท่ากับศูนย์ก็ต่อเมื่อแรงดันระหว่างขั้วอินพุทมีค่าเป็นศูนย์เช่นกัน แต่ในทางปฏิบัติ ความไม่สมดุลย์ภายในวงจรมักทำให้เราต้องป้อนแรงดันค่าหนึ่งแก่อินพุทใด ๆ เสมอ เพื่อให้แรงดันเอาท์พุทเป็นศูนย์

7. การปรับออฟเซตให้เป็นศูนย์ (OFFSET NULLING)

ในการปรับแรงดันเอาท์พุทให้เป็นศูนย์ หรือ การปรับแรงดันออฟเซตที่อินพุทให้เป็นศูนย์นั้น เราอาจใช้ขั้ว OFFSET NULLING ที่ผู้ผลิตได้เตรียมไว้ให้แล้ว โดยให้ศึกษาข้อมูลรายละเอียดของออปแอมป์เบอร์นั้น ๆ รูป 1-6 แสดงวงจรที่ใช้ในการตั้งค่าศูนย์ให้แก่ออปแอมป์โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบวงจรให้เรียบร้อยและเช็คอุปกรณ์ที่ต้องนำมาต่อ

เอกสาร 2: ลึกระดับสัญญาณอินพุทจนเหลือศูนย์ ถ้ามีตัวต้านทานต่ออนุกรมกับอินพุทอยู่ ให้ตรวจสอบการค่า
 ดังนี้ กรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1-6

- ก) ถ้าตัวต้านทานนั้นมีค่าสูงกว่าอิมพีแดนซ์ของแหล่งกำเนิดสัญญาณอินพุตตั้งแต่ 1 % ขึ้นไป ปล่อยตัวต้านทานไว้เช่นเดิม
- ข) หากตัวต้านทานดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ให้หน้าแหล่งกำเนิดสัญญาณอินพุตนั้นออก แล้วต่อตัวต้านทานที่มีขนาดเท่ากับอินพุตอิมพีแดนซ์ของแหล่งกำเนิดอินพุตเข้าแทน
- ค) ต่อโหลดเข้ายังขั้วเอาต์พุต
- ง) ป้อนไฟตรงให้วงจร
- จ) วัดแรงดันที่เอาต์พุตด้วย โวลต์มิเตอร์ หรือ ออสซิลโลสโคป (แรงดันเอาต์พุตอาจมีค่าต่ำเพียงไม่กี่มิลลิโวลต์ ดังนั้น ควรใช้อุปกรณ์สำหรับวัดที่เหมาะสม)
- ฉ) ปรับตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้จน V_{out} มีค่าเป็นศูนย์
- ช) ถอดอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้าไป แล้วต่อวงจรดั้งเดิม แต่ห้ามแตะต้องตัวต้านทานปรับค่าได้

8. ผลของอุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่ออุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ทุกชนิด รวมทั้งออปแอมป์ ดังนั้น ผลกระทบจากอุณหภูมิจะทำให้กระแสและแรงดันออฟเซ็ทเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเราเรียกการเปลี่ยนแปลงอันเกิดขึ้นจากอุณหภูมิว่า “ดริฟท์” ดังนั้น ในขณะที่ทำงาน ควรตรวจสอบด้วยว่าออปแอมป์จะมีเปอร์เซ็นต์การผิดพลาดมาน้อยเพียงใด หากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การชดเชยความถี่

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับออปแอมป์ที่ใช้ในย่านความถี่สูงก็คือ การออสซิลเลท (OSCILLATION) ซึ่งเกิดจากอัตราขยายที่มีค่าค่อนข้างสูงของออปแอมป์เอง และยังเกิดจากการเลื่อนเฟส (PHASE SHIFT) ณ จุดต่าง ๆ ภายในวงจร เป็นผลให้เราไม่สามารถควบคุมอัตราขยายของสัญญาณป้อนกลับได้ วิธีแก้ปัญหาก็คือ ค่อยๆ ปรับประจุชดเชยให้แก่วงจร ซึ่งจะทำให้อัตราขยายของออปแอมป์ มีขนาดลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น

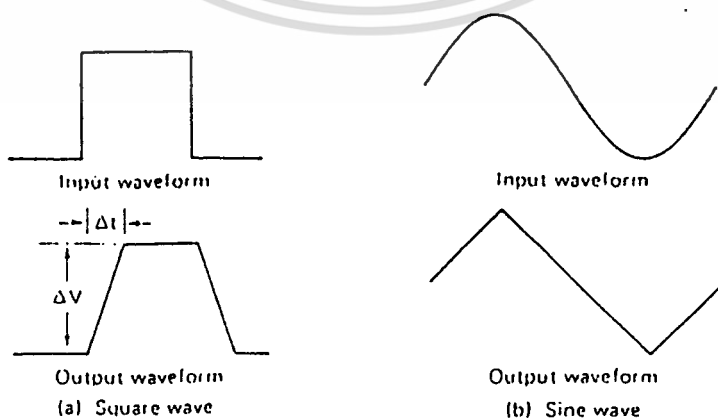
10. อัตราสลัวร์ (SLEW RATE)

อัตราสลัวร์ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดของแรงดันเอาต์พุตเทียบกับเวลา ดังสมการ

อัตราสลัวร์ = $\frac{\text{การเปลี่ยนแปลงสูงสุดของแรงดันเอาต์พุต}}{\text{การเปลี่ยนแปลงเวลา}}$

$$= \frac{\Delta V_{\text{out(max)}}}{\Delta t}$$

ตัวอย่างเช่น ออปแอมป์เบอร์ 741 ซึ่งมีอัตราสลัวร์เท่ากับ 0.5 โวลต์/ไมโครวินาที แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงสูงสุดของแรงดัน เอาต์พุตสำหรับออปแอมป์ตัวนี้มีค่า 0.5 โวลต์ ภายในช่วงเวลา (1×10^{-6}) วินาที โดยมีค่าปาสิตีแวนซ์ของตัวเก็บประจุเป็นตัวจำกัดอัตราสลัวร์ของออปแอมป์ (ตัวเก็บประจุที่วางนี้อาจเป็นชนิดที่ต่อจากภายนอก หรือตัวเก็บประจุภายใน IC เองก็ได้) อัตราสลัวร์ที่มีค่าต่ำจะเป็นผลให้แรงดันที่เอาต์พุตมีการตอบสนองเปลี่ยนแปลงช้าลง เมื่อเทียบกับอินพุต ดังแสดงในรูป 1-7 เมื่อสัญญาณอินพุตมีความถี่สูงมากขึ้นเท่าใด อัตราสลัวร์จะมีบทบาทต่อการตอบสนอง ณ เอาต์พุตอย่างเด่นชัดยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากเอาต์พุตที่จะเพี้ยนมากขึ้น หากอัตราสลัวร์มีค่าน้อย หรืออีกนัยหนึ่งออปแอมป์ที่มีอัตราสลัวร์สูงจะมีแบนด์วิดท์กว้างกว่านั่นเอง



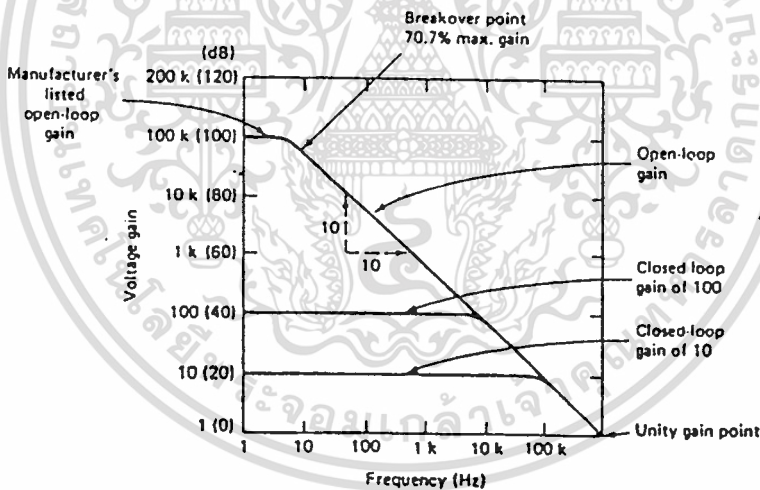
รูปที่ 1-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. การตอบสนองต่อความถี่

อัตราขยายของออปแอมป์จะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น ดังแสดงในรูป 1-8 จะพบว่า อัตราขยายที่ผู้ผลิตแสดงไว้ในคาต้าชีท (DATA SHEET) จะเป็นอัตราขยายที่ความถี่ 0 เฮิรตซ์ หรือไฟตรง (ซึ่งแสดงให้เห็นความถี่สูงสุดของออปแอมป์) ในการทำงานแบบลูปเปิด จะเห็นได้ว่า วงจรมีเสถียรภาพต่ำมาก นั่นคือ เมื่อความถี่เพิ่มขึ้นสิบเท่า อัตราขยายจะลดลง 10 เท่าทันที

โดยทั่วไป แบนด์วิดท์ของวงจรมีค่าหมายถึงช่วงความถี่ที่อัตราขยายมีค่า 70.7 % ของอัตราขยายสูงสุด จากตัวอย่างในรูป แบนด์วิดท์ของออปแอมป์ขณะเปิดลูป จะมีค่าประมาณ 10 เฮิรตซ์ ดังนั้น หากต้องการให้วงจรถูกออกแบบขึ้นสามารถทำงานได้ที่ความถี่อินพุตสูงๆ จะต้องป้อนสัญญาณจากเอาต์พุทกลับมายังอินพุท (การป้อนกลับแบบลบ) ซึ่งจะทำให้อัตราขยายของลูปปิดลดลง แต่ในขณะเดียวกัน ความถี่ที่อัตราขยายเท่ากับ 70.7 % ของอัตราขยายสูงสุดก็จะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเท่ากัน ส่วนจะที่มีอัตราขยายเท่ากับหนึ่ง (UNITY-GAIN POINT) จะแสดงความถี่สูงสุดของออปแอมป์เมื่ออัตราขยายมีค่าเป็นหนึ่ง



รูป 1-8

12. ผลคูณของอัตราขยายและแบนด์วิดท์

จากที่ได้อธิบายมาในหัวข้อที่แล้วว่า เมื่ออัตราขยายลดลงเท่าใดความถี่ก็จะสูงขึ้นด้วยจำนวน เท่าของค่านั้นด้วยซึ่งแสดงว่าผลคูณระหว่างอัตราขยายและแบนด์วิดท์จะมีค่าคงที่เสมอไปและเราสามารถหาค่านั้นได้จากจุดซึ่งมีอัตราขยายเท่ากับหนึ่ง (คำนี้นจะหาได้จากคาต้าชีท) ผลคูณนี้มีประโยชน์อย่างไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากในการประมาณความถี่สูงสุดที่วงจรสามารถทำงานได้ ตัวอย่างเช่น หากเราพบว่า ความถี่ที่อัตราขยายมีค่าเท่ากับหนึ่ง (จาก DATA SHEET) มีค่าเป็น 1 เมกกะเฮิรตซ์ (ดังแสดงในรูป 1-8) และ อัตราขยายของวงจรที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 100 ดังนั้น ความถี่สูงสุดที่เราประมาณไว้ควรมีค่าอยู่ในราว

$$BW \text{ (แบนวิดธ์)} = \frac{1,000,000}{100} = 10 \text{ กิโลเฮิรตซ์}$$

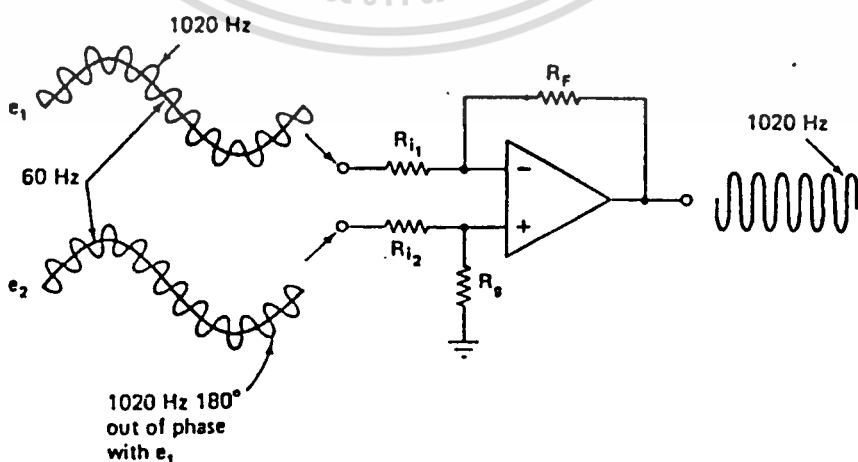
13. อัตราการลดสัญญาณชนิดคอมมอนโหมด (CMRR)

COMMON-MODE REJECTION RATIO เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของออปแอมป์ที่ได้มาจากภาคอินพุทที่เป็นดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ หมายความว่า หากสัญญาณที่เข้ายังขั้วอินพุททั้งสองมีเฟสตรงกัน และยังมีขนาดเท่ากัน (สัญญาณแบบนี้เรียกว่าอยู่ในคอมมอนโหมด) สัญญาณทั้งสองนี้จะถูกกำจัดทิ้งไป ดังนั้น เอาท์พุทจะเป็นศูนย์ ส่วนสัญญาณที่มีขนาดต่างกันและมีเฟสต่างกันจะเรียกว่าอยู่ในดิฟเฟอเรนเชียลโหมด

ตัวอย่างเช่น วงจรในรูป 1-9 สัญญาณในดิฟเฟอเรนเชียลโหมดสองตัวซึ่งมีความถี่ 1020 เฮิรตซ์ ถูกป้อนเข้าไปยังขั้วอินพุทของออปแอมป์ แต่ในขณะเดียวกัน สัญญาณทั้งสองจะเก็บสัญญาณรบกวน 60 เฮิรตซ์ขึ้นมาในระหว่างเดินทาง ทำให้เกิดรูปคลื่นดังในภาพ ทว่า เมื่อป้อนสัญญาณเข้าไปแล้ว สัญญาณรบกวนความถี่ 60 เฮิรตซ์จะถูกกำจัดออกไป เนื่องจากเป็นสัญญาณชนิดคอมมอนโหมด ซึ่งความสามารถในการกำจัดสัญญาณคอมมอนโหมดนี้ เราเรียกย่อว่า CMRR หาได้จากสมการ

$$CMRR = \frac{A_D}{A_{cm}}$$

โดย A_D คือ อัตราขยายสำหรับสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล ส่วน A_{cm} คืออัตราขยายสำหรับสัญญาณคอมมอนโหมด ดังนั้น ยิ่ง CMRR ของออปแอมป์มีค่าสูงเท่าไร หมายความว่า สัญญาณรบกวนจะถูกกำจัดลงมากขึ้นเท่านั้น



รูป 1-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. หน่วยเดซิเบล (dB)

การคำนวณอัตราขยายของวงจรใด ๆ สามารถหาได้จากสมการ

$$A_x = \frac{X_{out}}{X_{in}}$$

โดยที่ x อาจเป็นแรงดัน หรือ กระแสก็ได้ และโดยทั่วไปนิยมหาอัตราขยายจากสมการ

$$dB = 20 \log A_v$$

ค่าใช้งานต่าง ๆ ที่ควรเข้าใจ

การนำไอซีออปแอมป์ไปใช้งาน ผู้ใช้ควรศึกษาคาต้าชีทของบริษัทผู้ผลิตให้ละเอียดเสียก่อนเพื่อป้องกันออปแอมป์ชำรุด หรือ เสียหาย ค่าต่าง ๆ ที่ควรรู้ได้แก่

ก) แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง $\pm V$ (SUPPLY VOLTAGE)

ข) กำลังที่สูญเสียในตัวไอซี (POWER DISSIPATION) ซึ่งแสดงกำลังสูงสุดที่อุปกรณ์สามารถปลดปล่อยออกมาโดยที่อุณหภูมิไม่สูง จนทำให้ไอซีพัง

ค) แรงดันสูงสุดระหว่างขั้วอินพุท (DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE)

ง) แรงดันสูงสุดที่อินพุทแต่ละขั้ว (INPUT VOLTAGE)

จ) ความสามารถในการทนภาวะลัดวงจรที่เอาต์พุท (OUTPUT SHORT-CIRCUIT DURATION)

ฉ) อุณหภูมิที่ใช้งาน (OPERATING TEMPERATURE)

ช) อุณหภูมิที่เก็บอุปกรณ์ (STORAGE-TEMPERATURE)

ณ) อุณหภูมิของขาอุปกรณ์ (LEAD TEMPERATURE) แสดงอุณหภูมิที่ไอซีสามารถทนได้ในขณะที่ถูกปิดกรี

รูป 1-10 แสดงตัวอย่างของ คาต้าชีท สำหรับ ไอซีออปแอมป์เบอร์ 747 และ 747 C

absolute maximum ratings

Supply Voltage	LM747	±22V
	LM747C	±18V
Power Dissipation (Note 1)		800 mW
Differential Input Voltage		±30V
Input Voltage (Note 2)		±15V
Output Short-Circuit Duration		Indefinite
Operating Temperature Range	LM747	-55°C to 125°C
	LM747C	0°C to 70°C
Storage Temperature Range		-65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)		300°C

electrical characteristics (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	LM747			LM747C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}, R_B \leq 10\text{ k}\Omega$		1.0	5.0		1.0	6.0	mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		80	200		80	200	nA
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		200	500		200	500	nA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.3	1.0		0.3	1.0		M Ω
Supply Current Both Amplifiers	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 15\text{V}$		3.0	5.6		3.0	5.6	mA
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 15\text{V}$ $V_{OUT} = \pm 10\text{V}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	50	160		50	160		V/mV
Input Offset Voltage	$R_B \leq 10\text{ k}\Omega$			6.0			7.5	mV
Input Offset Current				500			300	nA
Input Bias Current				1.5			0.8	μA
Large Signal Voltage Gain	$V_S = \pm 15\text{V}, V_{OUT} = \pm 10\text{V}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	25			25			V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 15\text{V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$	±12 ±10	±14 ±13		±12 ±10	±14 ±13		V V
Input Voltage Range	$V_S = \pm 15\text{V}$	±12			±12			V
Common Mode Rejection Ratio	$R_B \leq 10\text{ k}\Omega$	70	90		70	90		dB
Supply Voltage Rejection Ratio	$R_B \leq 10\text{ k}\Omega$	77	96		77	96		dB

Note 1: The maximum junction temperature of the LM747 is 150°C, while that of the LM747C is 100°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient, or 45°C/W, junction to case. For the flat package, the derating is based on a thermal resistance of 185°C/W when mounted on a 1/16-inch-thick epoxy glass board with ten, 0.03-inch-wide, 2-ounce copper conductors. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W, junction to ambient.

Note 2: For supply voltages less than ±15V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Note 3: These specifications apply for $V_S = \pm 15\text{V}$ and $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$, unless otherwise specified. With the LM747C, however, all specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 15\text{V}$.

รูป 1-10

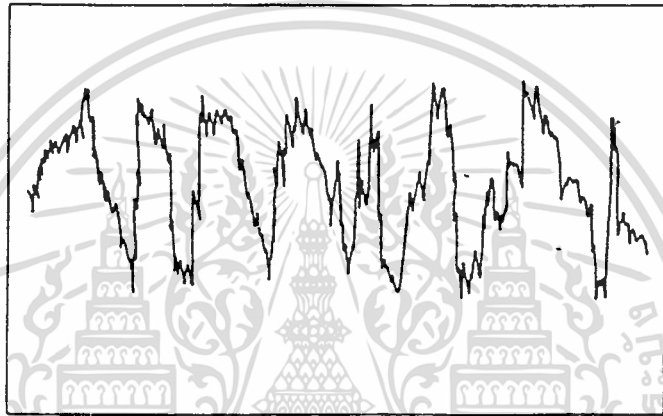
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



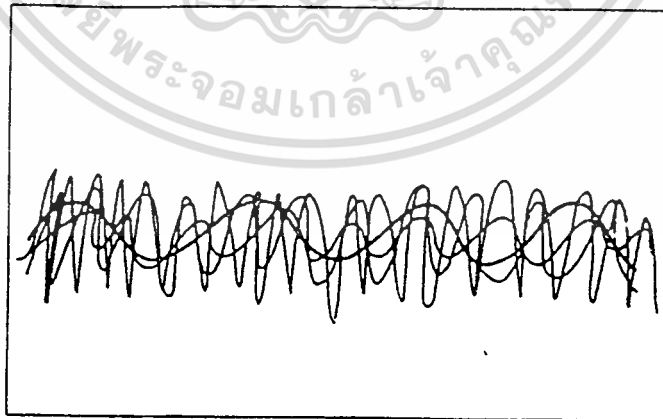
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออปแอมป์ในวงจรของเครื่องเสียง

สำหรับวงจรเครื่องเสียง หรือที่เรียกว่าวงจรออดิโอ เป็นวงจรซึ่งต้องการไอซีออปแอมป์ที่มีคุณภาพค่อนข้างสูงออปแอมป์ที่ใช้ต้องสามารถรับสัญญาณไฟสลับซึ่งอาจมีช่วงความถี่กว้างๆและมีแอมพลิจูด(Amplitude)ไม่คงที่ได้ โดยสัญญาณออกที่เอาท์พุทต้องไม่แสดงอาการเพี้ยน (distortion) หรือแม้กระทั่งการเลื่อนเฟสเทียบกับอินพุท รูป 2-1a แสดงตัวอย่างของสัญญาณอินพุทออดิโอที่ตรวจจับด้วยออสซิลโลสโคปโดยใช้ความถี่ในการสแกน (scanning) ประมาณ 100 เฮิร์ตซ์ส่วนรูป 2-1 b แสดงสัญญาณตัวเดียวกันเมื่อถูกขยายให้ละเอียดขึ้น



(a)



(b)

รูปที่ 2-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. สัญญาณรบกวนภายนอก เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นๆ ซึ่งต่อรวมกับวงจรออดิโอ เช่น มอเตอร์ สวิตช์ เป็นต้น เราสามารถลดสัญญาณรบกวนชนิดนี้ได้ โดยการชิลด์สายตัวนำหรือชิลด์กรอบวงจรออดิโอ นอกจากนี้ยังใช้เทคนิคการคัปปลิง (decoupling)

2. สัญญาณรบกวนภายใน อาจเกิดแรงดันหรือกระแสออฟเซ็ทในวงจรออปแอมป์หรืออาจเกิดจากเทอร์มัลนอยซ์ (thermal noise) ในตัวต้านทานที่ต่อกับออปแอมป์ การลดสัญญาณรบกวนชนิดนี้ทำได้ด้วยการใช้ตัวต้านทานค่าต่ำๆ โดยเฉพาะในภาคซึ่งเป็นตัวกำหนดอัตราขยาย

เนื่องจากความถี่ของสัญญาณรบกวนอาจมีค่าตั้งแต่ 0.01 เฮิรตซ์ ถึงหลายๆ เมกะเฮิรตซ์ (1×10^6) ดังนั้น ถ้าสามารถประมาณค่าความถี่ของสัญญาณรบกวนได้ ก็อาจใช้วงจรฟิลเตอร์เพื่อกำจัดสัญญาณ ในช่วงความถี่นั้นออกไป ตัวอย่างเช่น สัญญาณรบกวนซึ่งปนออกมากับไฟสลับจากปลั๊กไฟทั่วๆ ไปจะมีความถี่ประมาณ 50-60 เฮิรตซ์ ซึ่งสามารถกำจัดทิ้งได้โดยใช้วงจรกรองความถี่และสามารถลดสัญญาณรบกวนความถี่สูงที่มีการป้อนกลับ โดยการเก็บประจุขนาดไม่กี่พิโคฟารัด (PF) ครอบตัวต้านทานที่ใช้ป้อนสัญญาณกลับ (RF)

วงจรขยายแรงดันสำหรับวงจรออดิโอ

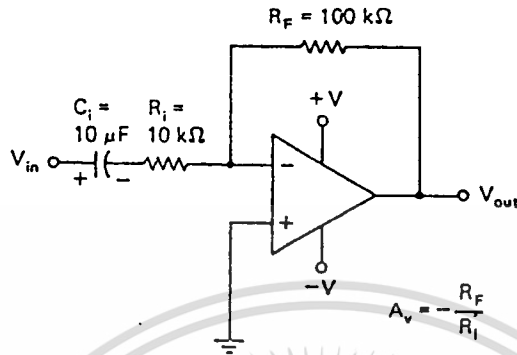
1. วงจรขยายชนิดคัปเปส

รูป 2-2 แสดงวงจรขยายชนิดคัปเปสซึ่งสามารถนำไปใช้ร่วมกับวงจรออดิโอ จะเห็นว่ามิโครสร้างวงจรขยายของสัญญาณไฟตรง (DC) เพียงแต่มีตัวเก็บประจุ C_1 ที่ต่ออนุกรมกับขั้วอินพุทลบเพิ่มขึ้นเท่านั้น หน้าที่ของ C_1 มีดังนี้คือ

ก) ป้องกันแรงดันไฟตรงจากภาคก่อนหน้านี้นี้ไม่ให้ผ่านเข้าสู่วงจรขยายชุดนี้ได้ มิเช่นนั้นแรงดันไฟตรงนี้จะถูกขยายและทำให้เอาต์พุทของวงจรขยายมีค่าเกิน $\pm V_{sat}$ (แรงดันอิ่มตัวเป็นผลให้สัญญาณออดิโอ (ซึ่งเป็นสัญญาณไฟสลับ) ผิดจากความเป็นจริง

ข) ตัวเก็บประจุนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้สัญญาณรบกวนความถี่ต่ำสามารถผ่านเข้าสู่ขั้วอินพุทของออปแอมป์ได้ โดยความถี่คัตออฟ (f_c) จะมีค่าดังนี้

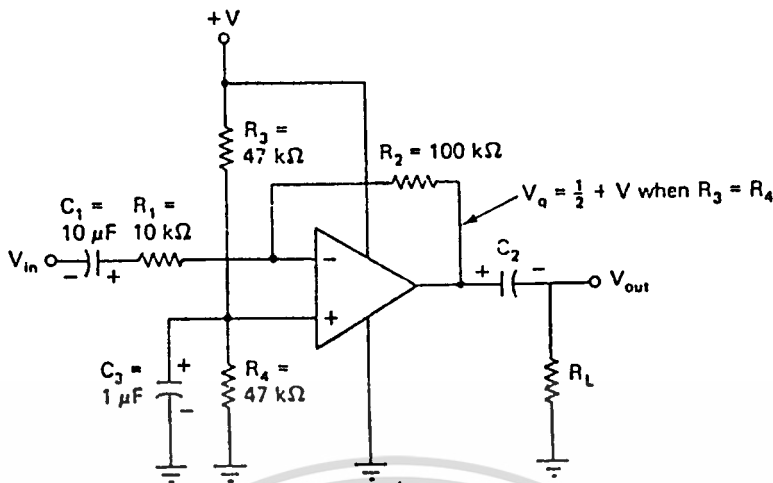
$$f_c = \frac{1}{2\pi R_i C_1}$$



รูปที่ 2-2

อัตราขยายแรงดันของวงจร (A_v) มีค่าเท่ากับ $-(R_F/R_i)$ และมีอินพุทรีซิสแตนซ์เท่ากับ R_i ออปแอมป์ที่ได้ศึกษามาแล้วในรูป 2-2 เป็นชนิดที่ต้องการไฟเลี้ยงชนิดบวกและลบ ในบางครั้ง เราอาจต้องการให้ออปแอมป์ทำงานโดยใช้ไฟเลี้ยงเพียงด้านเดียว (โดยที่อีกด้านต่อกับกราวด์) ดังแสดงในรูป 2-3 การต่อในลักษณะนี้ แรงดันเอาต์พุตของออปแอมป์ในขณะที่ไม่มีสัญญาณอินพุต (V_q) ควรมีระดับอยู่ที่ $1/2 (+V)$ เมื่อ $R_3 = R_4$ นั่นคือเมื่อมีสัญญาณไฟสลับเข้ามาที่อินพุต สัญญาณเอาต์พุตจะสามารถสวิงได้สูงสุด (การต่อชนิดนี้ต่างกับชนิดที่ใช้ไฟเลี้ยง 2 ชุด ตรงที่เอาต์พุตจะสวิงจาก $1/2(V)$ ไปยัง $+V$ หรือ $1/2(V)$ ไปยังกราวด์แทนที่จะสวิงระหว่าง 0 โวลต์ ไป $\pm V$ โวลต์เช่นวงจรที่ใช้ไฟเลี้ยง 2 ชุด) R_3 และ R_4 ที่ใช้อาจมีค่าตั้งแต่ $10 - 100$ กิโลโอห์ม ตัวเก็บประจุ C_3 จะช่วยกรองสัญญาณรบกวน (การคืบปปลิ่ง) ซึ่งเกิดจากแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง เพื่อป้องกันไม่ให้นสัญญาณนั้นผ่านเข้าไปสู่ขั้วอินพุตบวกของออปแอมป์ ส่วน C_2 จะป้องกันไม่ให้แรงดันไฟตรงผ่านออกไปยังวงจรถัดไป (ตัวอย่างเช่น ในขณะที่แรงดันเอาต์พุตมีค่า $V + V_x$ โดยที่ V เป็นแรงดันจากไฟเลี้ยง (DC) และ V_x เป็นขนาดของสัญญาณที่ถูกขยาย (AC) เฉพาะสัญญาณ V_x เท่านั้นที่สามารถผ่าน C_2 ออกไปยังวงจรถัดไปได้) ตัวเก็บประจุที่ใช้ควรเป็นชนิดอิเล็กโทรไลต์ (electrolytic) และควรตรวจขั้วของตัวเก็บประจุในขณะประกอบวงจรให้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



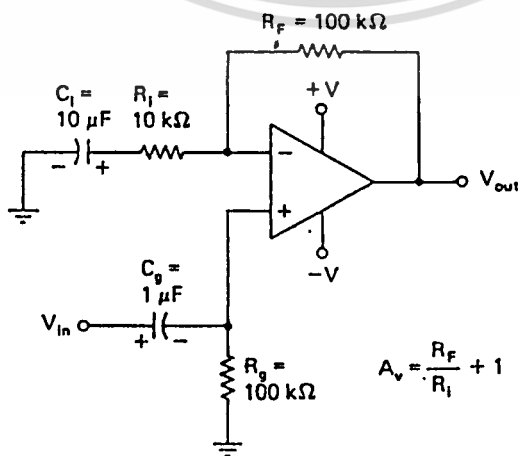
รูปที่ 2-3

รูป 2-3 แสดงการใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงซึ่งเป็นบวกเท่านั้น ในบางครั้งหากต้องการใช้ไฟเลี้ยงที่เป็นลบ เราก็สามารถทำได้เช่นเดียวกันเพียงแต่เปลี่ยน + V เป็นกราวด์และเปลี่ยนศักดาที่ต่อกับปลาย R4 เป็น - V นอกจากนี้ ควรกลับขั้วของตัวเก็บประจุทุกตัวด้วย

2. วงจรขยายไม่กลับเฟส

การใช้ฮอปแอมป์ในวงจรขยายชนิดกลับเฟสที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะทำให้อินพุตอิมพีแดนซ์มีค่าเท่ากับ Ri ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ ทำให้การนำวงจรขยายชนิดนี้ไปต่อกับแหล่งกำเนิดสัญญาณที่มีอิมพีแดนซ์ สูง ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นในหัวข้อนี้จะนำวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสมาใช้งานบ้าง ดัง

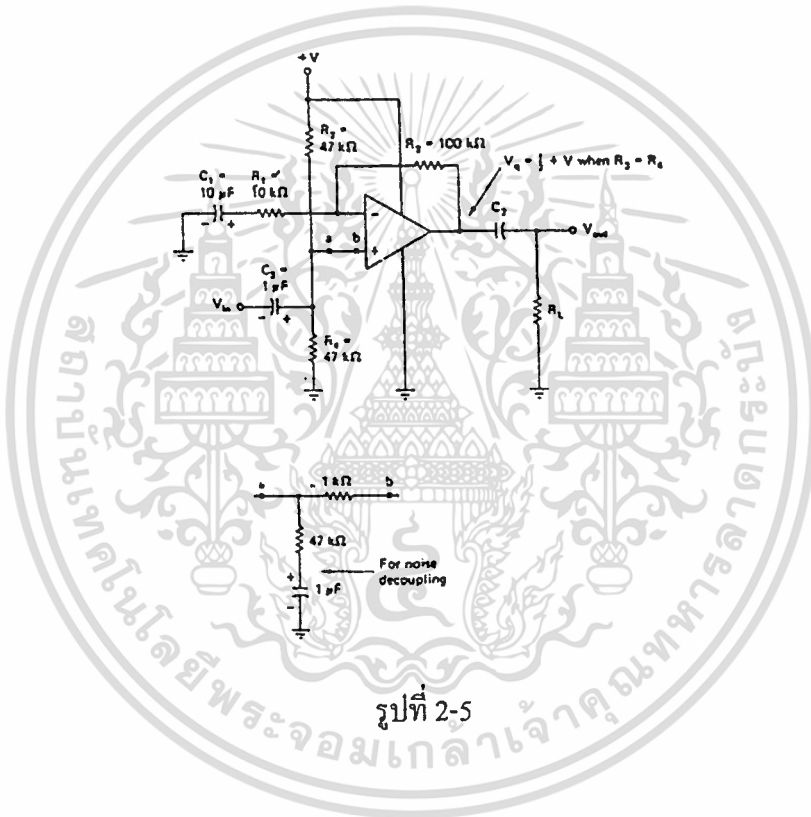
รูป 2-4



รูปที่ 2-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ C_i , R_i และ R_f ในรูป 2-4 จะทำงานในลักษณะเดียวกับในวงจรรูป 5-2 โดยมี C_g และ R_g เป็นตัวกำหนดความถี่ของสัญญาณอินพุตที่สามารถผ่านเข้าสู่ขั้วอินพุตบวกได้ ($f_c = \frac{1}{\pi R_g C_g}$) และมีอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณ R_g รูป 2-5 แสดงวงจรรขยายแบบไม่กลับเฟสที่ใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเพียงซีกเดียว และมีหลักการงานคล้ายวงจรในรูป 2-3 ต่างกันตรงที่ว่าไม่สามารถต่อตัวเก็บประจุสำหรับการคัปปลิงคร่อมตัวต้านทาน R_4 เช่นในรูป 2-3 ได้ มิเช่นนั้นสัญญาณไฟสลับทั้งหมดจะถูกชอร์ตลงสู่กราวด์ ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงภาคคัปปลิง โดยต่อคังรูป 2-5 b แล้วต่อที่จุด a, b ในรูป 2-5 a



รูปที่ 2-5

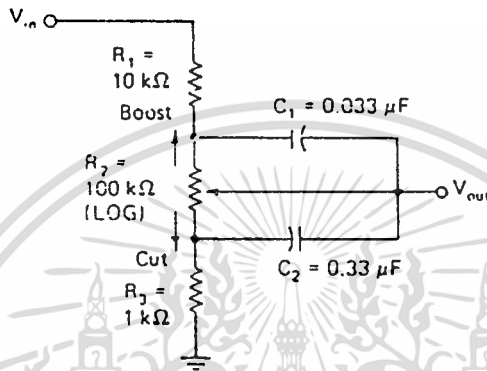
วงจรปรับท่อมผสมชนิดแอกทีฟ

เราทราบอยู่แล้วว่าสิ่งสำคัญที่สุดในการบันทึกเสียง คือ ความเที่ยงตรงในการบันทึกและเสียงที่บันทึก นั่นคือ เสียงที่ถูกบันทึกจะต้องเหมือนกับเสียงต้นแบบทุกประการ แต่บางท่านอาจตั้งข้อสงสัยว่าเหตุใดจึงต้องมีการปรับแต่งเสียงดนตรี เช่น การใช้อีควอไลเซอร์ เป็นต้น ซึ่งสามารถให้เหตุผลหลักที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ในขณะที่เครื่องเล่นเทปกำลังทำงานอยู่นั้น สภาพต่างๆ ในห้อง เช่น การสะท้อนหรือคุณภาพของลำโพง อาจทำให้เสียงของผู้ฟังจะได้ยินผิดเพี้ยนไปจากที่บันทึกไว้ ดังนั้นผู้ฟังดนตรีที่มีความละเอียดอ่อนจะทราบได้ทันทีว่าเสียงที่ความถี่เพี้ยน ซึ่งแก้ไขได้โดยใช้วงจรปรับเสียงท่อมผสม

2. เหตุผลอีกข้อหนึ่งคือ รสนิยมของผู้ฟังแต่ละคนจะต่างกัน บางคนนิยมดนตรีเสียงทุ้ม (bassy) ในขณะที่บางคนอาจชอบดนตรีเสียงแหลม (treble)

รูป 2-10 แสดงวงจรปรับเสียงทุ้มชนิดพาสซีฟ (วงจรชนิดที่มีอัตราขยายต่ำกว่าหรือเท่ากับหนึ่ง) คำว่า เบส (bass) หมายถึง เสียงที่มีความถี่ต่ำหรือเสียงทุ้ม ดังนั้น วงจรนี้จึงมีหน้าที่ขยายและลดขนาดสัญญาณเสียงที่มีความถี่ต่ำเท่านั้น



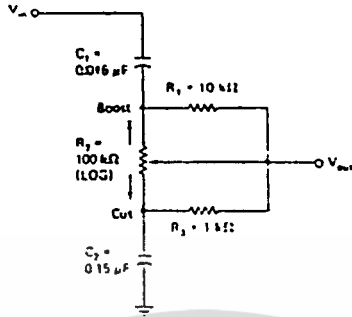
รูปที่ 2-10

สังเกตให้ดูว่าตัวต้านทาน R_2 ที่ใช้นั้นเป็นชนิด audio taper หรือที่เรียกว่าแบบล็อกการิซึม (ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเสียงอยู่แล้ว) นั่นคือ เมื่อขาคิวเปอร์ (wiper) ภายในตัวต้านทานปรับค่าได้ อยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของการหมุนพอดี ความต้านขณะนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งมีขนาดประมาณ 90 % ของความต้านทานทั้งหมด และอีกส่วนหนึ่งมีขนาดประมาณ 10% ซึ่งต่างกับตัวต้านทานปรับค่าแบบธรรมดาที่ความต้านทานจะแบ่งออกเป็น 50% เท่ากันทั้งสองส่วน

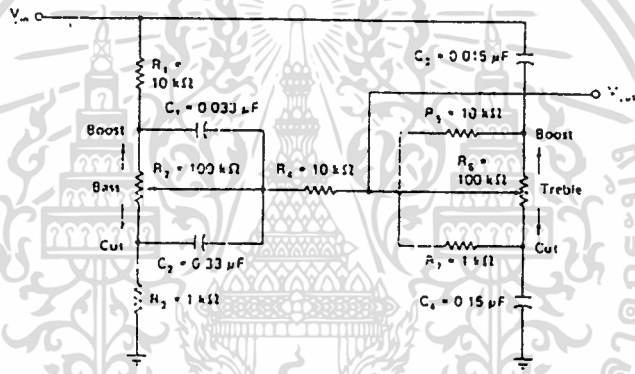
ในการทำงานเมื่อ R_2 ถูกปรับไปจนสุดและซอร์ทกับขาของตัวเก็บประจุ C_1 สัญญาณที่เอาท์พุทจะมีค่าสูงสุดเรียกทิศทางการบิด R_2 ในด้านนี้ว่าการ บูสท์ และเมื่อปรับ R_2 ในทิศตรงกันข้าม V_{out} จะมีขนาดลดลงเนื่องจากอิมพีแดนซ์ระหว่าง V_{out} และกราวด์มีค่าลดลง

รูป 2-11 แสดงวงจรปรับเสียงแหลม (treble) ซึ่ง treble นั้น หมายถึงสัญญาณความถี่สูง จะเห็นว่าลักษณะการต่อจะคล้ายกับวงจรในรูป 2-10 เพียงแต่สลับตำแหน่งของ R และ C บางตัว และเปลี่ยนค่าอุปกรณ์บางตัวเพื่อใช้สำหรับความถี่สูง เมื่อปรับ R_2 ไปที่ตำแหน่ง คัท

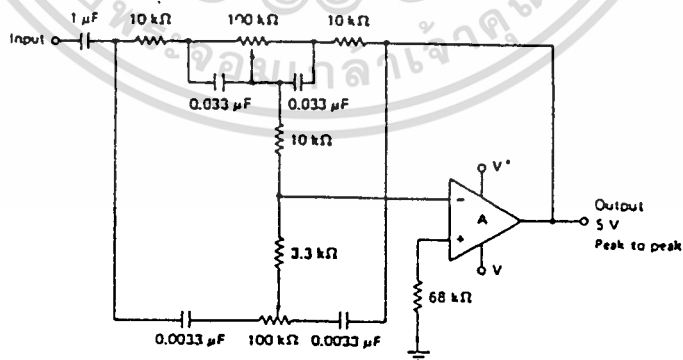
เมื่อนำวงจรทั้งสองในรูป 2-10 และ 2-11 มาต่อร่วมกันเราจะได้วงจรปรับเสียงทุ้มแหลมชนิดพาสซีฟที่สมบูรณ์ ดังรูป 2-12 โดยมีตัวต้านทาน R_4 ทำหน้าที่กั้นสัญญาณระหว่างวงจรทั้งสองชุดไม่ให้ปนกัน แต่เนื่องจากวงจรพาสซีฟจะทำให้ V_{out} มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับ V_{in} เราจึงเอกลำดับเป็นเอกลำดับสองส่วนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่าในรูปแบบใด ทั้งต้น ออกพิมพ์ หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์การนำไปใช้



รูปที่ 2-11



รูปที่ 2-12



All resistor values are in ohms.

Notes:

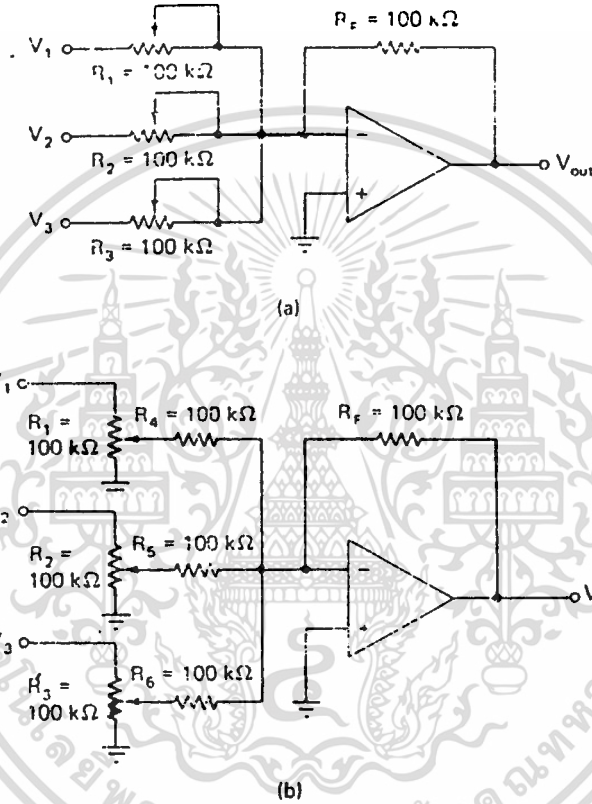
1. Amplifier A may be NE531 or 301. Frequency compensation, as for unity gain noninverting amplifiers, must be used.
2. Turnover frequency - 1 kHz.
3. Bass boost +20 dB at 20 Hz, bass cut -20 dB at 20 Hz, treble boost +19 dB at 20 kHz, treble cut -19 dB at 20 kHz.

รูปที่ 2-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 038057

วงจรออปโตมิกเซอร์

รูป 2-15 แสดงวงจรออปโตมิกเซอร์ซึ่งใช้สำหรับผสมสัญญาณหลายๆ ตัว จะเห็นว่าวงจรออปโตมิกเซอร์ก็คือวงจรบวกแรงดันที่เราเคยศึกษามาก่อนแล้วนั่นเอง โดยวงจร 2-15 a นั้นมีอินพุทอิมพีแดนซ์ที่จะแปรตามตัวต้านทาน R_1 , R_2 , และ R_3 ทำให้วงจรไม่ค่อยมีเสถียรภาพสูงเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรใช้วงจรในรูป 2-15 b ซึ่งจะให้ออปโตมิกเซอร์มีเสถียรภาพดีขึ้น



รูปที่ 2-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



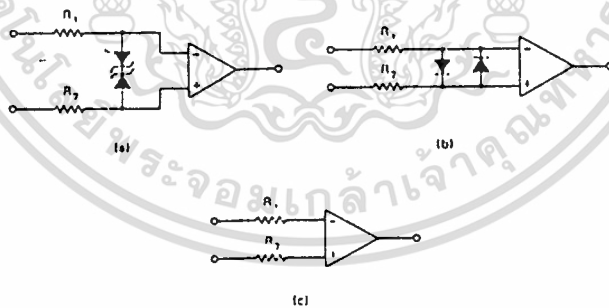
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกัน ทดสอบและเพิ่มเสถียรภาพให้วงจรออปแอมป์

การป้องกันภาคอินพุท

เช่นเดียวกับอุปกรณ์โซลิดสเตท (solid-state device) ชนิดอื่น ออปแอมป์ก็มีความจำกัดสำหรับภาคอินพุทเช่นกัน ซึ่งหมายความถึงทั้งอินพุทแบบคิฟเฟอร์เร็นเซียล และ แบบคอมมอน โหมด จากการศึกษาวงจรภายในออปแอมป์ขั้วอินพุทจะทำตัวเสมือนมีซีเนอร์ไดโอดสองตัวต่อกลับหัวกัน ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมขั้วอินพุททั้งสองจึงมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตามคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด) จนกระทั่งถึงแรงดันพังทลาย (breakdown voltage) ซีเนอร์ไดโอดทั้งสองจะเสมือนเป็นตัวต้านทานที่มีค่าต่ำมาก เป็นผลให้เกิดกระแสจำนวนมากไหลผ่านออปแอมป์ และ กระแสนี้จะทำให้ทรานซิสเตอร์ภายในออปแอมป์เสียหาย

รูป 3-1 แสดงการใช้ตัวต้านทานและไดโอดสำหรับการป้องกันภาคอินพุท รูป 3-1 a แสดงการต่อซีเนอร์ไดโอดที่มีแรงดันพังทลายต่ำกว่าแรงดันพังทลายของซีเนอร์ไดโอดภายในออปแอมป์ ดังนั้นก่อนที่แรงดันอินพุทจะมีขนาดที่จะทำให้ไดโอดในออปแอมป์เสียหาย ซีเนอร์ไดโอดที่เราต่อก็จะลัดวงจรไปก่อนแล้ว จึงไม่มีกระแสลัดวงจรผ่านเข้าสู่ออปแอมป์ ส่วนรูป 3-1 b แสดงการใช้ไดโอดธรรมดาในการป้องกัน (เนื่องจากมีราคาถูกกว่า) แต่อาจให้ผลไม่คืบนัก รูป 3-1 c แสดงออปแอมป์ที่มีวงจรป้องกันภาคเอาต์พุทอยู่ภายในแล้ว

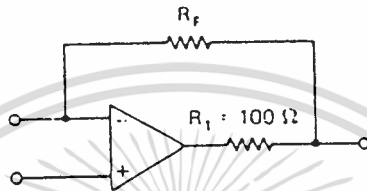


รูปที่ 3-1

วงจรป้องกันภาคเอาต์พุท

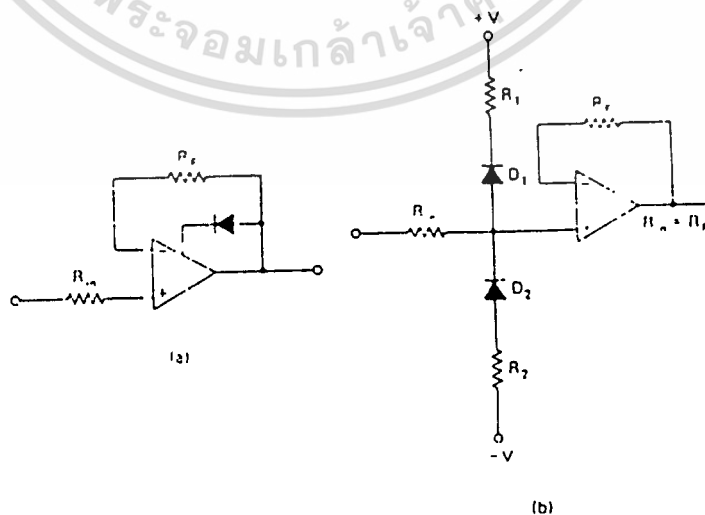
ปัจจุบันออปแอมป์เกือบทุกเบอร์จะถูกออกแบบให้มีวงจรป้องกันภาคเอาต์พุทอยู่แล้วแต่ในกรณีที่ออปแอมป์ที่เราใช้อยู่ไม่มีภาคป้องกันเอาต์พุท (ตรวจจากคาค่าซีท หรือสเป็ค) ควรนำตัวต้านทานมาต่อ ดังรูป 3-2 เพื่อป้องกันเอาต์พุทถูกลัดวงจร ซึ่งหากใช้ตัวต้านทานค่าต่ำ ๆ ตัวต้านทานจะไม่มีผลร้ายแรงต่อสัญญาณเอาต์พุทที่ได้รับมากนัก

ปัญหาอีกข้อหนึ่งที่มีเกิดขึ้นกับวงจรตามแรงดัน คือการที่แรงดันเอาต์พุตถูกตรึง หรือ แลตช์อัพ (latch-up) ซึ่งมักเริ่มจากสัญญาณอินพุตที่มีการสวิงสูงกว่าระดับของแรงดันไบอัส ทำให้แรงดันเอาต์พุตมีค่าเกินแรงดันอิมิตัวซึ่งจะทำให้การป้อนกลับเปลี่ยนจากแบบลบเป็นแบบบวก ด้วยตัวเอง ผลคือขนาดของแรงดันเอาต์พุตจะถูกล็อกไว้ที่ระดับนี้แม้ว่าอินพุตจะลดลงแล้วก็ตาม ฉะนั้นในการทดลองใด ๆ ควรคำนวณระดับการสวิงสูงสุดของเอาต์พุตให้ดี โดยเฉพาะกับวงจรตามแรงดัน



รูปที่ 3-2

วงจรรูป 3-3 a แสดงการป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแลตช์อัพโดยใช้ไดโอดสำหรับหนีบไม่ให้แรงดันเอาต์พุตมีระดับสูงเกินที่เรากำหนด เรียกว่าการแคลมป์ (clamping) โดยต่อไดโอดระหว่างเอาต์พุตและขาใดขาหนึ่งของขั้วขดเชยความถี่ ส่วนวงจรรูป 3-3 b จะป้องกันไม่ให้สัญญาณอินพุตที่มีแรงดันสูงกว่า +V หรือต่ำกว่า -V ผ่านเข้าสู่ขั้วอินพุตบวกของออปแอมป์ได้ ซึ่งไดโอดจะลัดสัญญาณดังกล่าวลงทันที ส่วนสัญญาณอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้จะสามารถผ่านเข้าสู่ออปแอมป์ได้

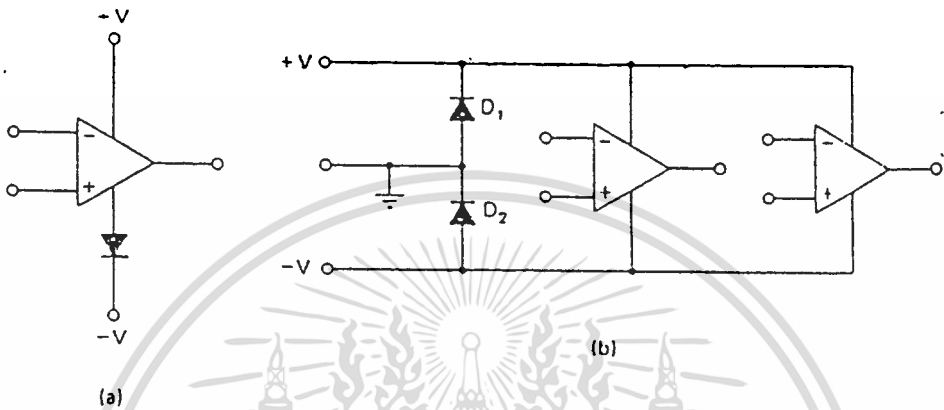


รูปที่ 3-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรป้องกันขั้วที่ต่อไฟเลี้ยง

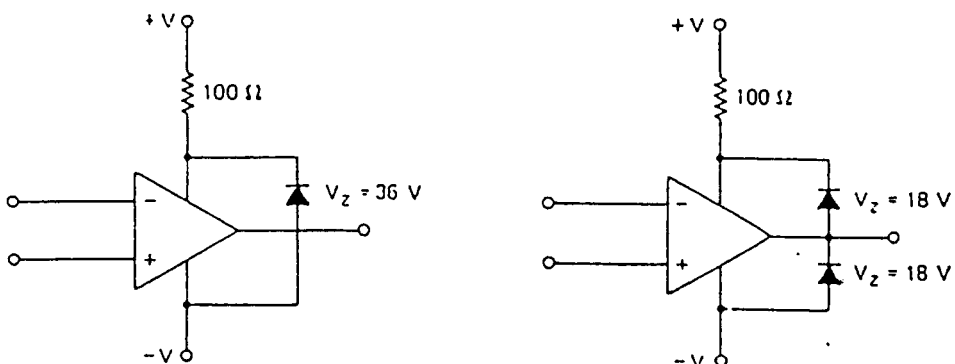
ออปแอมป์ทุกตัวที่ถูกผลิตขึ้นจะสามารถทนแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อนำออปแอมป์มาใช้งาน ควรศึกษาคุณสมบัติดังกล่าวอย่างละเอียด หากไม่แล้วการต่อขั้วจ่ายไฟผิด หรือการป้อนแรงดันเกินค่าที่กำหนดเองชั่วคราวก็จะทำให้อุปกรณ์ตัวนั้นเสียหายได้ทันที



รูปที่ 3-4

รูป 3-4 a แสดงการป้องกันการต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงกลับขั้วสำหรับออปแอมป์ตัวเดียวโดยใช้ไดโอดต่อในลักษณะดังรูป ส่วนวงจรในรูป 3-4 b เป็นการป้องกันออปแอมป์หลายๆ ชุดซึ่งรับไฟเลี้ยงจากแหล่งจ่ายไฟตัวเดียว เมื่อมีการต่อไฟเลี้ยงกลับขั้วไดโอดจะลัดวงจรทันที ทำให้กระแสทั้งหมดไหลผ่านไดโอดแทนที่จะเข้าสู่ออปแอมป์ ดังนั้นไดโอดที่ใช้จึงต้องสามารถทนกระแสสูงๆ ได้

รูป 3-5 แสดงการใช้ซีเนอร์ไดโอดในการป้องกันแรงดันเกินขนาดที่ออปแอมป์สามารถทนได้ โดยอาจใช้ซีเนอร์ไดโอดตัวเดียวดังรูป 3-5 a หรือสองตัวดังรูป 3-5 b ก็ได้ ทรานซิสเตอร์ที่แรงดันพังทลายของไดโอดยังมีค่าต่ำกว่าแรงดันที่จะทำให้ออปแอมป์เสียหาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มเสถียรภาพให้แก่วงจร

การเพิ่มเสถียรภาพให้แก่วงจรขยายชนิดที่มีการป้อนกลับ หมายถึงการป้องกันไม่ให่วงจร ออสซิลเลท (เพิ่มขึ้นจนเรควบคุมไม่ได้) วงจรจะต้องมีอัตราขยายตามที่ถูกรอกแบบมา และต้อง สามารถลดสัญญาณรบกวนออกไปให้มากที่สุด การเพิ่มเสถียรภาพดังกล่าวอาจทำได้โดยการเลย์ เอ๊าท์ (layout) หรือ การวางอุปกรณ์แต่ละชนิดในตำแหน่งที่เหมาะสมการต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้สายไฟควรมีขนาดสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ และการลดอิมพีแดนซ์ของกราวด์ร่วมให้เหลือน้อยที่สุด เป็นต้น

นอกจากวิธีดังกล่าว การทำให้แหล่งจ่ายไฟมีค่าคงที่ตลอดเวลาก็สามารถเพิ่มเสถียรภาพให้ แก่ระบบได้ ซึ่งทำได้โดยการคีบปลั๊กสัญญาณรบกวน ดังแสดงในรูป 3-6 ตัวเก็บประจุที่ใช้ควร เป็นชนิดแทนทาลัมและมีขนาด 1 ไมโครฟารัด



รูปที่ 3-6

นอกจากการต่อตัวเก็บประจุให้แหล่งจ่ายไฟแล้ว ควรต่อตัวเก็บประจรร่วมตัวด้านทาน ดังรูป 3-7 a ด้วยเพื่อลดปัญหาซึ่งเกิดจากตัวเก็บประจุชนิดสเตรย์ในด้านอินพุท (C_s) (C_s นั้นไม่ใช่ตัวเก็บประจุที่เราสามารถเห็นด้วยตา แต่เป็นเพียงตัวเก็บประจุ เสมือน ที่ปรากฏอยู่ ณ ตำแหน่ง ดังในรูป (C_s) อาจเกิดจากคาปาซิแตนซ์ในสายไฟ หรือตัวเก็บประจุภายในออปแอมป์) นอกจากนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้วงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ควรต่อตัวด้านทาน R_o ที่ภาคเอาต์พุท ดังรูป 3-7 b เพื่อช่วยลดปัญหาจาก C_s ที่เอาต์พุท ไม่วารณใดๆ ทั้งสน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

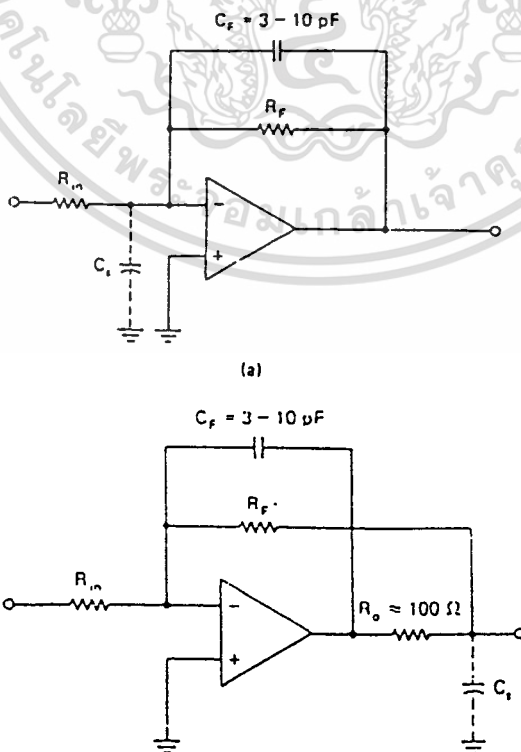
การตรวจสอบวงจรโดยใช้โวลท์มิเตอร์

โดยทั่วไปโวลท์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่เหมาะสมสำหรับการนำไปวัดสัญญาณไฟตรงในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับวัดแรงดันของไฟเลี้ยงเข้าออปแอมป์ ก่อนการทดลองทุกครั้งเช่นกัน (ข้อแนะนำ ควรวัดที่ขาออปแอมป์เลยเพื่อป้องกันการผิดพลาด)

หากค่าที่วัดได้นั้นผิดจากความเป็นจริง อาจตั้งข้อสันนิษฐานว่าเกิดจากไอซีตัวนั้นชำรุดเสียหายไปแล้ว หรืออาจเกิดจากตัวแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเอง ดังนั้นทางแก้ที่ดีคือ ควรต่อวงจรป้องกันแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเพื่อป้องกันเหตุสุดวิสัย แล้วจึงตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ หรือวงจรชุดอื่นที่ใช้แหล่งจ่ายไฟร่วมตัวเดียวกันหรือไม่ และควรตรวจสอบว่ามีไดโอด หรือ ตัวเก็บประจุที่มีอาการรั่วหรือไม่

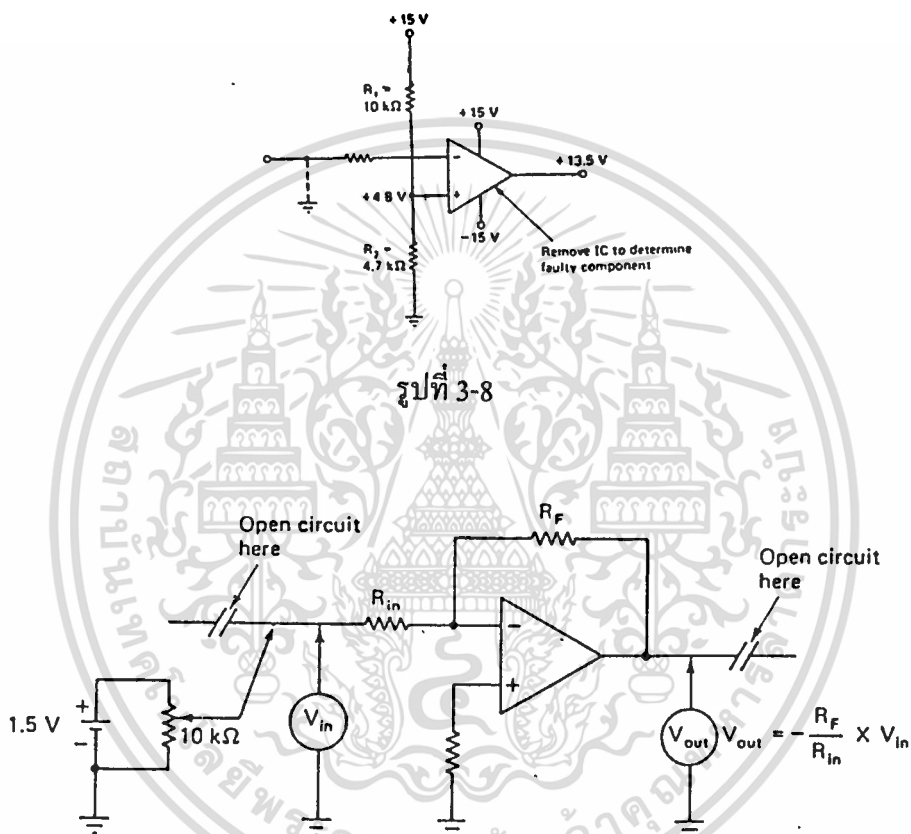
หลังจากที่ได้ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟว่าใช้งานได้ดีแล้ว ควรวัดระดับแรงดันไฟตรง ณ จุดสำคัญต่าง ๆ ถ้าหากแรงดันที่จุดใดมีค่าต่างจากที่คำนวณได้ ควรตรวจสอบวงจรอีกครั้ง โดยเริ่มจากการนำออปแอมป์ออกและวัดแรงดันที่จุดนั้นอีกครั้ง ถ้าค่าที่วัดได้ยังผิดอยู่แสดงว่าอุปกรณ์ภายนอกตัวใดตัวหนึ่งอาจชำรุด แต่ก็ควรระวังกรณีที่มีอุปกรณ์ภายนอกบางตัวชำรุด และออปแอมป์ที่ดึงออกมาก็ชำรุดด้วย ดังนั้น จึงควรตรวจสอบวงจรหลังใส่ออปแอมป์ไปแล้วอีกครั้ง

รูป 3-8 แสดงตัวอย่างการไบอัสวงจรที่ขั้วอินพุทบวกควรมีศักดาเท่ากับ +4.8 โวลท์

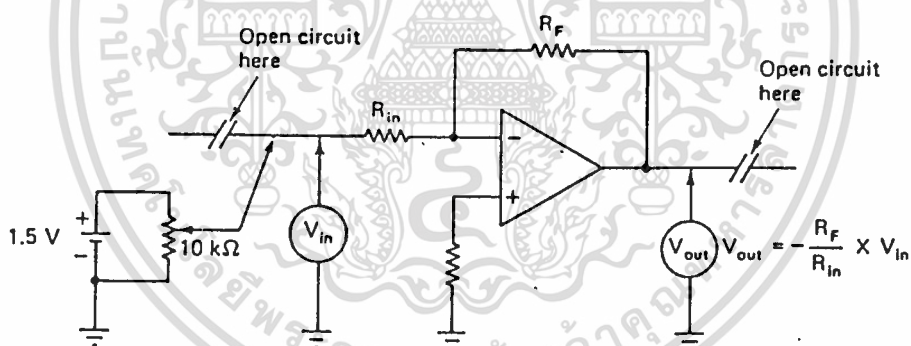


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
รูปที่ 3-7

รูป 3-9 แสดงการแก้ปัญหาในกรณีที่อัตราขยายของระบบมีขนาดต่ำกว่าที่คำนวณได้ (และสมมติว่าวงจรนี้ประกอบด้วยออปแอมป์ที่ถูกต่อร่วมกับภาคอื่น ๆ อีกหลายภาค) วิธีแก้ปัญหาในรูปคือการวัดค่าขยายของออปแอมป์แต่ละตัวขณะเปิดวงจรที่อินพุทและเอาท์พุท แล้วใช้เบตเตอร์ขนาด 1.5 โวลต์ และตัวต้านทาน 10 กิโลโห์มเป็นอินพุทแล้วเทียบสัญญาณที่วัดได้กับค่าที่ได้จากการคำนวณ นอกจากนี้ควรตรวจค่าของตัวต้านทาน R_F และ R_{in} เฟสของเอาท์พุทเพื่อยืนยันความแน่นอนของการตรวจสอบนี้



รูปที่ 3-8



รูปที่ 3-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโซล

CONSOLES

หากห้องควบคุมเสียงคือหัวใจของสตูดิโอเครื่องมืออุปกรณ์ที่สำคัญเพื่อการผสมเสียงต้องวางอยู่กลางสตูดิโอ ระบบทั้งหมดที่ใช้เพื่อจัดการระบบเสียงเราเรียกว่า “คอนโซล” (CONSOLE) หรือ แผงบอร์ดอุปกรณ์ (BOARD) คอนโซลนับเป็นตัวละครสำคัญที่จะมาทำให้เสียงออกมามีคุณภาพ เพราะคอนโซลจะประกอบไปด้วยระบบการจัดการสัญญาณเสียง เครื่องขยายเสียงและระบบจัดการสัญญาณเพื่อการกระจายเสียงหรือการบันทึกเสียง

การทำความรู้จักคอนโซลจะเป็นปรากฏการณ์แรกที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับปุ่มต่าง ๆ สวิตช์ต่าง ๆ แสงต่าง ๆ ตัวแสดงผลต่าง ๆ ฯลฯ เพื่อให้สามารถเข้าใจและใช้งาน ได้เต็มกำลังความสามารถของเครื่องนั้น ๆ เพราะคอนโซลมีทั้งชนิดง่าย ๆ และชนิดที่ซับซ้อน การใช้งานต้องเป็นไปตามหลักทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ทางเสียงทางหนึ่ง อีกทางหนึ่งก็คือการฟังเสียงออก ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในภาคสนามจริง ๆ การที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญระบบเสียงจึงต้องใช้ความสนใจและการทำงานในภาคสนามจริง ๆ อีกระยะหนึ่ง

วิธีการของคอนโซล (Look That Way)

คอนโซลถูกออกแบบมาแตกต่างกันตามแต่วัตถุประสงค์ของสตูดิโอ นั้น ๆ เช่น สตูดิโอขนาดเล็กที่อยู่ตามสถานีวิทยุจะประกอบด้วยไมโครโฟน 2 ตัว-ตัวหนึ่งใช้สำหรับ ดี.เจ. (Disc Jockey) ซึ่งอยู่ในห้องควบคุม (control Room) อีกตัวหนึ่งใช้เพื่อการอ่านข่าวสารหรือประกาศต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในสตูดิโอ , มีเทิร์นเทเบิล (เครื่องเล่นแผ่นเสียง) 2 เครื่อง , มีเครื่องเทปบันทึกเสียงชนิดรีล-ทู-รีล (หรือ โอเพ่นรีล) 2 เครื่องเพื่อใช้สำหรับรายการที่บันทึกไว้ล่วงหน้า , มีคาร์ทริดจ์เทป 2 เครื่องเพื่อเปิดสปีดโฆษณา หรืออาจจะใช้คิวิตอลออดิโอเทปเพื่อเปิดโฆษณา

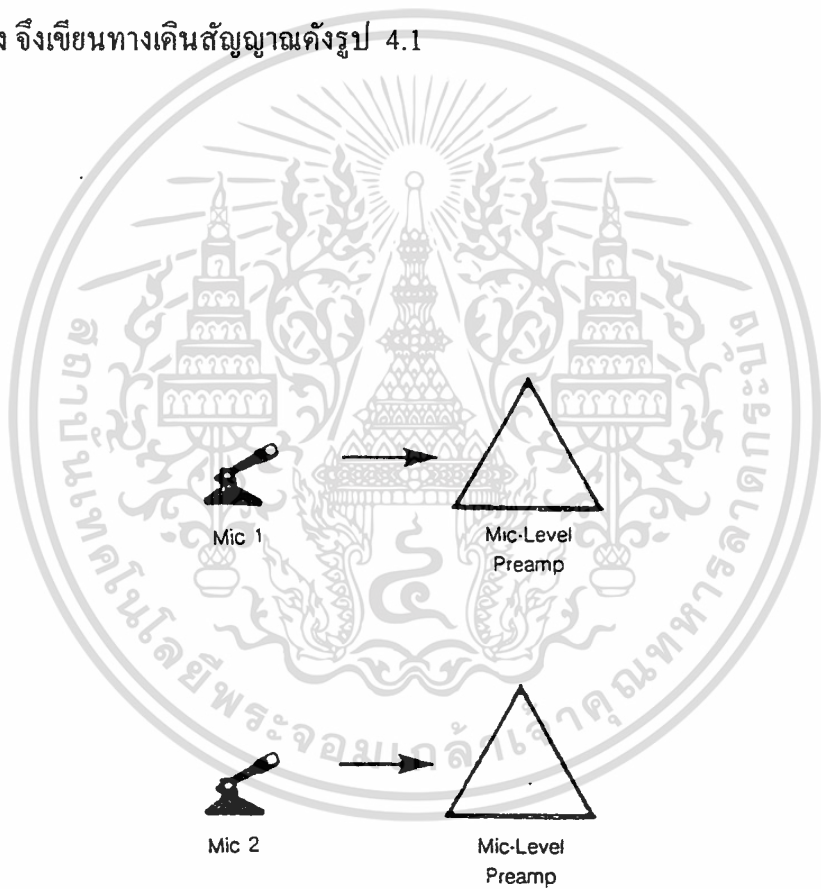
การทำงานของคอนโซลจึงขึ้นอยู่กับหลัก 3 ประการ คือ

1. ต้องเป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำเอาสัญญาณจากแต่ละแหล่งเข้ามาทางอินพุต (Input คือ จุดนำสัญญาณเข้าซึ่งเราจะเรียกว่าอินพุตกันจนติดปาก)
2. ต้องเป็นส่วนที่ทำหน้าที่รวมเอาอินพุตของเสียงจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อส่งออกเอาต์พุตเดียว (Output คือ จุดนำสัญญาณออกไปใช้งาน) เพื่อนำเอาสัญญาณออกไปกระจายเสียงต่อไป

3. สามารถแยกแยะสัญญาณเพื่อการตรวจสอบแหล่งสัญญาณแต่ละแหล่งได้ เพื่อมีความ
ผิดพลาดของสัญญาณจากแหล่งใด เราจะได้ทำการแก้ไขได้ง่าย

จุดต่อสัญญาณเข้าจากไมโครโฟน (Microphone Inputs)

ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณในรูปแบบของพลังงานเสียงให้เป็น
พลังงานไฟฟ้าส่งพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวเข้าสู่วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าให้มีความแรงขึ้น โดยวงจร
ขยายสัญญาณทางไฟฟ้านั้นเราเรียกว่า “ ปรีแอมพลิฟาย “ (Preamplifier) เนื่องจากสัญญาณใดที่มี
ความแรงน้อย สัญญาณนั้นต้องส่งผ่านปรีแอมพลิฟายก่อน ก่อนที่จะส่งเข้าสู่วงจรขยายมาตรฐาน
ทั่วไปอีกครั้งหนึ่ง จึงเขียนทางเดินสัญญาณดังรูป 4.1

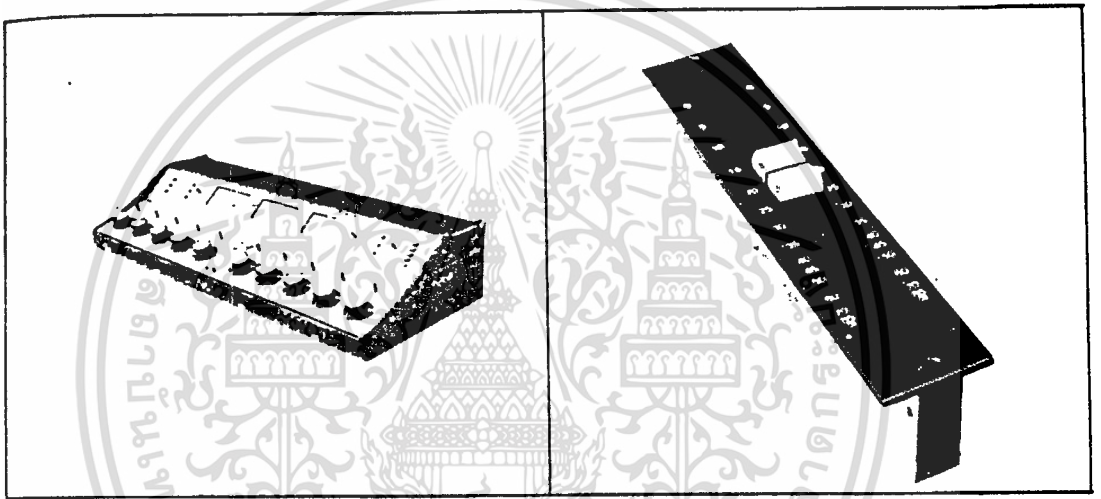


**รูปที่ 4.1 ไมโครโฟนจะรับสัญญาณเสียงแล้วแปรสภาพเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าสู่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
วงจrpรีแอมพลิไฟ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้**

ระบบควบคุมความแรงเสียง (Loudness Control)

เนื่องจากปริแอมป์หรือเรียกชื่อเต็มว่าปริแอมพลิฟาย เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบให้มีการขยายสัญญาณด้วยอัตราขยายคงที่ ไม่สามารถเปลี่ยนอัตราขยายเพื่อควบคุมให้สัญญาณที่ออกไปทางเอาต์พุตแรงค้อยได้ จึงต้องมีหน่วยควบคุมให้กับระบบนี้ ซึ่งเราเรียกว่า “ โปเทนซิโอมิเตอร์ “

(Potentiometer) หรือ พ็อต (Pot) โดยตัวโปเทนซิโอมิเตอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวลดทอนความแรง (Attenuator) เป็นตัวหรีเสียง (Fader) เป็นตัวควบคุมอัตราขยาย หรือ ทำหน้าที่เป็นวอลุ่ม (Volume Control) ซึ่งการควบคุมเสียงนี้อาจจะเป็นแบบหมุน หรือ แบบเลื่อนขึ้นลง ดังรูปที่ 4.2



ก.คอนโซลที่มีวอลุ่มแบบหมุน

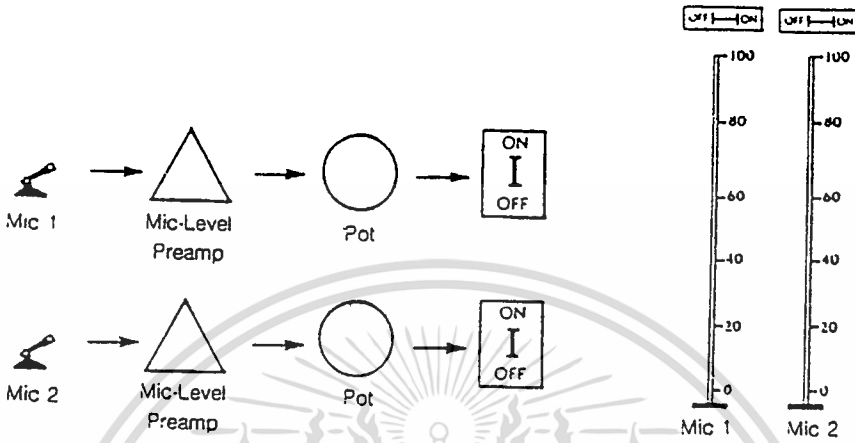
ข.คอนโซลที่มีวอลุ่มแบบเลื่อน (สไลด์)

รูปที่ 4.2 ระบบเฟสเสียงหรือระบบหรีเสียง-เร่งเสียง

สวิตซ์ตัดต่อเสียง (ON-OFF Switch)

ในบางครั้งเมื่อเราไม่ต้องการสัญญาณจากอินพุตใดอินพุตหนึ่ง จะต้องมีการตัดอินพุตนั้น ๆ ออกเพื่อกันมิให้เกิดเสียงที่ไม่พึงประสงค์ไปกวนตัวอื่น การหรีวอลุ่มนับเป็นวิธีการหนึ่ง อย่างก็ดีเนื่องจากการร่วของเสียงและการร่วของสัญญาณรบกวนอาจจะมิขึ้นได้หรือการผลอไหลของคอนควบคุมเสียง

อาจจะทำให้มีเสียงที่ไม่ต้องการออกไปได้ ดังนั้น การใช้สวิตช์เพื่อตัดต่อเสียงจึงต้องมีอยู่ในระบบคอนโซล ดังตัวอย่างที่เราสามารถเขียนขั้นตอนของคอนโซลที่มีสวิตช์ตัดต่อได้ดังรูป 4.3

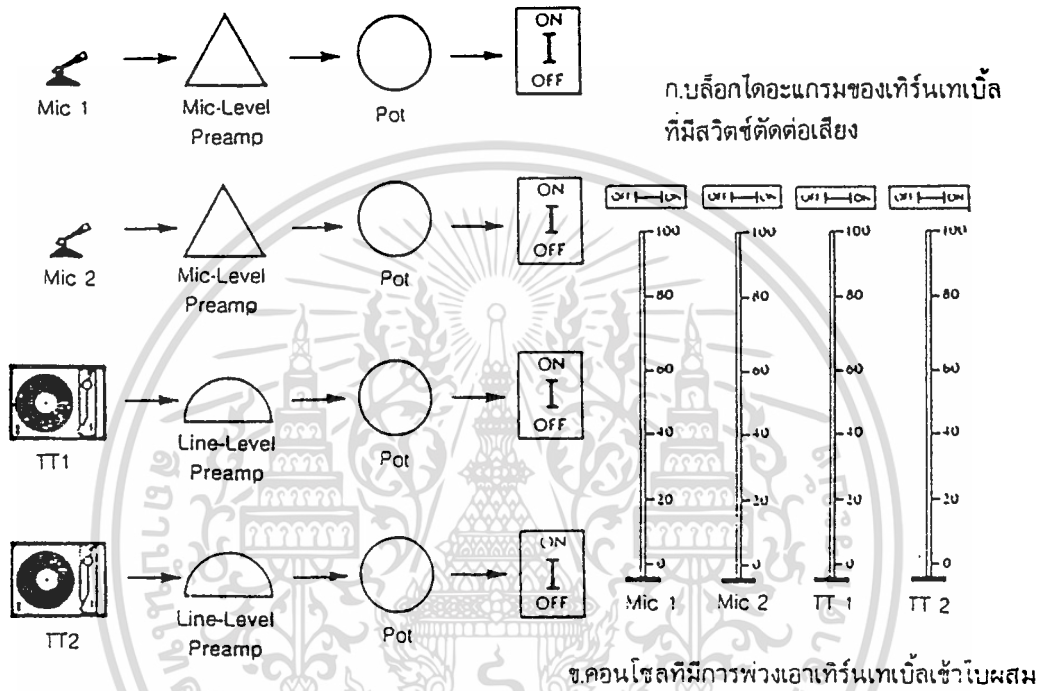


รูปที่ 4.3 บล็อกโคอะแกรมของคอนโซลที่มีพ็อตและสวิตช์ตัดต่อเสียง อินพุตอื่น ๆ ของคอนโซล (Other Input)

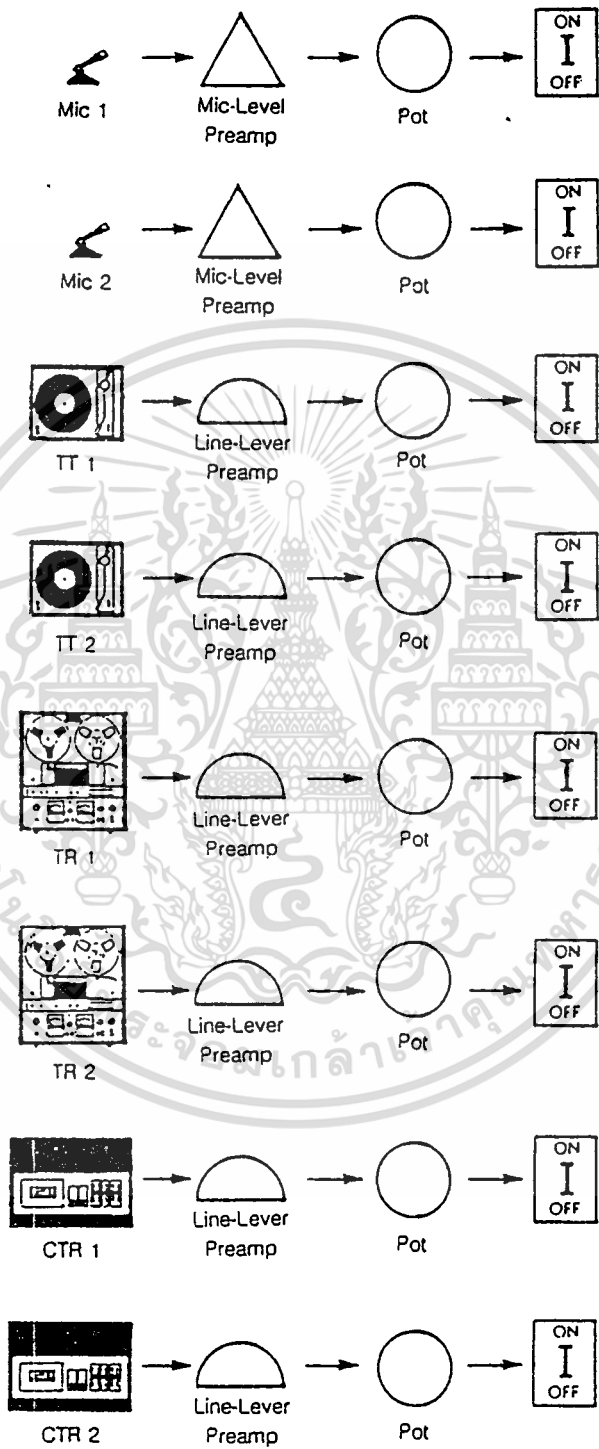
ยังต้องมีสัญญาณอย่างอื่นที่มีใช้สัญญาณเสียงที่ส่งผ่านมาจากไมโครโฟน อย่างเช่น สัญญาณจากเทิร์นเทเบิล , เครื่องบันทึกเสียง ฯลฯ โดยสัญญาณที่ป้อนเข้าสู่อินพุตของคอนโซล หากมีความแรงของสัญญาณน้อย สัญญาณนั้นต้องผ่านปริแอมพลิฟายก่อน เพื่อยกระดับความแรงสัญญาณให้อยู่ในระดับมาตรฐานเสียก่อน โดยหลักการนี้เป็นหลักการโดยทั่วไปของการออกแบบวงจรขยายเสียงในทางอิเล็กทรอนิกส์ กล่าวคือ อินพุตของวงจรขยายสัญญาณหลักในเครื่องเสียง เขากำหนดความไวของอินพุตไว้ที่ประมาณ 120 มิลลิโวลต์ ดังนั้นหากสัญญาณ ต้นทาง ตัวใดมีความแรงสัญญาณน้อยกว่า 120 มิลลิโวลต์ สัญญาณนั้นต้องส่งผ่านปริแอมพลิฟาย เพื่อเพิ่มระดับความแรงสัญญาณให้อยู่ในระดับมาตรฐานเสียก่อน

ดังนั้นหากจะถามว่าสัญญาณต้นแบบตัวไหนต้องผ่านปริแอมพลิฟายบ้าง นั้นหมายความว่าท่านต้องเข้าใจสเปกมาตรฐานของแต่ละอุปกรณ์เสียก่อน ประการต่อมาก็คือ ปริแอมพลิฟายของสัญญาณแต่ละแบบจะไม่เหมือนกันเพราะต้นแบบแต่ละอย่างอาจจะให้เสียงออกมาแตกต่างกัน ต้องมีระบบปรับแต่งเสียงซึ่งเรียกว่าการอีควอไลซิ่ง หากเสียงไหนแหลมไปก็เติมเสียงทุ้มให้ หากเสียงไหนทุ้มมากไปก็เติมเสียงแหลมให้ อย่างนี้เราเรียกว่าการปรุงแต่งเสียง ซึ่งจะถูกรอกแบบไว้ในปริแอมพลิฟายเรียบร้อยแล้ว หากคอนโซลนั้นระบุว่าอินพุตนี้เป็นของอุปกรณ์นี้ หากเอาอุปกรณ์อื่นมาเสียบเข้าไปอาจจะให้เสียงที่ไม่ดีก็ได้อธิบายได้ด้วยหลักการดังที่กล่าวมาทั้งหมด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

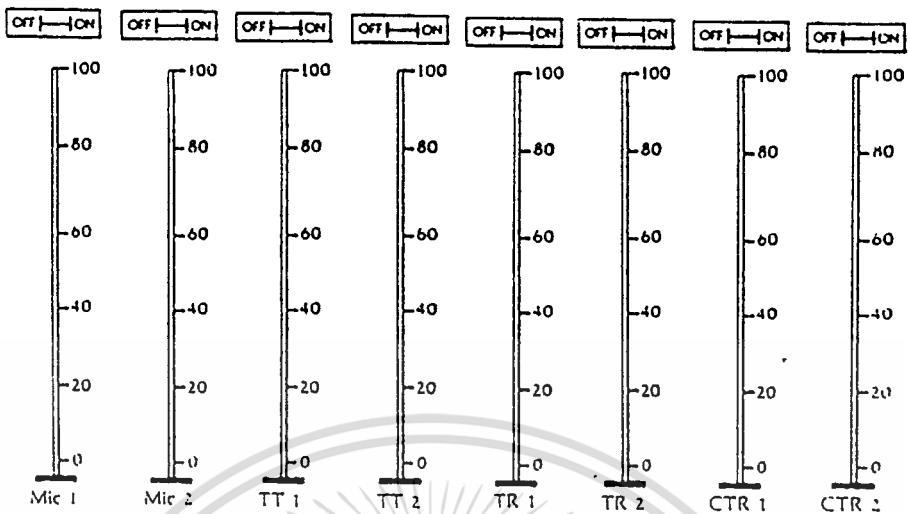
นอกจากนั้นแล้วยังมีเรื่องของ การแมตซิ่ง (Matching) หากอินพุตนั้นมีอิมพีแดนซ์ หรือ ความต้านทานทางไฟฟ้าไม่เข้ากับคอนโซลจะถ่ายทอดสัญญาณได้ไม่ดี เหมือนกับท่อน้ำของการประปาที่มีการส่งน้ำมาด้วยท่อ 4 นิ้ว หากต้องการน้ำที่เต็มทีควรใช้ท่อ 4 นิ้วต่อเข้าไป หากเอาท่อ 2 นิ้วไปต่อหน้าจะไหลบ่าออกไปได้ นั่นคือ การสูญเสียเช่นเดียวกับระบบการเชื่อมต่อทางเสียง



รูปที่ 4.4 อินพุตไม่ได้มีแต่ไมโครโฟนเพียงอย่างเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ก. บล็อกไดอะแกรมของเทปปรีล-ทู-รีล เทปคาร์ทริดจ์ ฟ็อด และสวิตช์ตัดต่อ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องขออนุญาตเจ้าของเนื้อหาทุกครั้งหากมีการนำไปใช้
 ที่เพิ่มเข้าไปในคอนโซล



ข. คอนโซลที่ประกอบด้วยเทปรีลทู- ทู-รีล เทปคาร์ทริดจ์ ผสมเข้าไปในระบบควบคุมเสียง
รูปที่ 4.5 การผสมอินพุตอื่นๆเข้าไปยังคอนโซล

เอาต์พุตของคอนโซล (Output)

การที่สัญญาณหลาย ๆ สัญญาณไม่ว่าจากไมโครโฟน เทิร์นเทเบิล ฯลฯ ซึ่งถูกแยกออกจากกันโดยอินพุตของคอนโซล ถูกนำมาควบคุมความดังของสัญญาณ และ ส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่สวิตช์ตัดต่อสัญญาณ แต่เป็นไปไม่ได้ที่จะเอาสัญญาณดังกล่าวมาผสมกับทุกสัญญาณ เป็นไปไม่ได้ที่จะส่งทุกสัญญาณออกทางเอาต์พุต เป็นไปไม่ได้ที่จะวัดสัญญาณว่าแต่ละแชนแนลมีระดับความแรงมากน้อยเท่าไรเพื่อจะปรับโพเทนซิโอมิเตอร์ให้เหมาะสม และ เป็นไปไม่ได้ที่จะรับฟังเสียงหรือทดสอบเสียงแต่ละเสียง

จะทำได้จำเป็นต้องมีระบบเอาต์พุตของคอนโซล โดยระบบดังกล่าวจะนำเอาสัญญาณแต่ละแชนแนลเข้าสู่วงจรโครงข่ายทางไฟฟ้า (Network) ก่อนจะส่งออกเป็นเอาต์พุต มิใช่การจับอินพุตแต่ละตัวมารวม ๆ กันแล้วส่งออกไป โดยเอาต์พุตของคอนโซลอาจมีวงจรควบคุมที่เรียกว่า “ มาสเตอร์ ” Master) ควบคุมอีกทีหนึ่ง

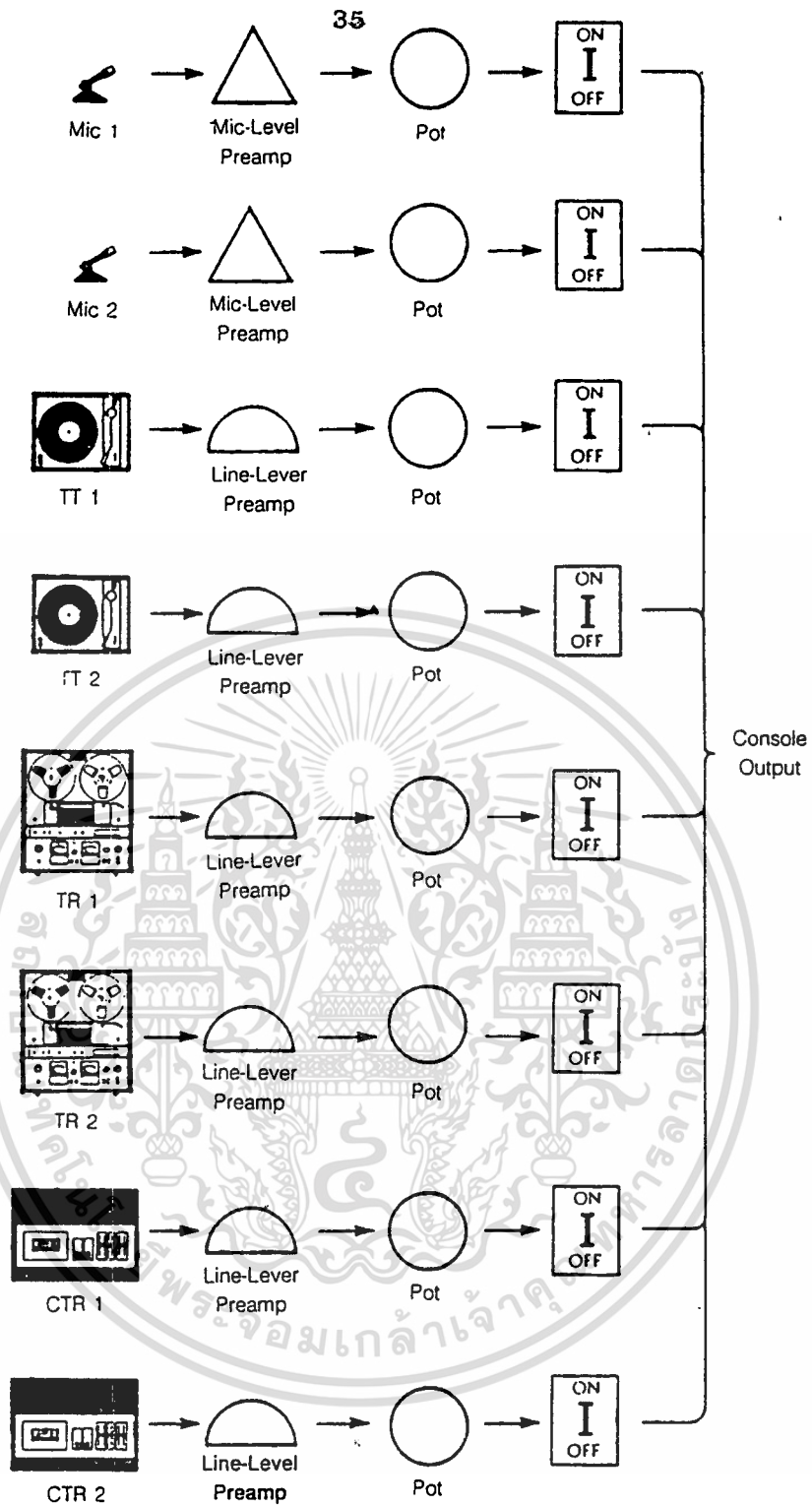
วิญญูมิเตอร์-มิเตอร์วัดระดับความแรงสัญญาณ (Volume Unit Meter)

หากสัญญาณนั้นมีความแรงเกินไปมันจะเกิดความผิดเพี้ยน (Distortion) เสียงที่ออกมาจะเป็นเสียงบีบรั้า และ โอเวอร์ โหลด (Overload) ในทางตรงกันข้ามหากสัญญาณที่เข้ามามีความแรงน้อยเกินไป มันจะให้ค่า S/N ต่ำค่าว่าค่า S/N หมายถึงค่าสัญญาณจริง (Signal) ต่อค่า สัญญาณรบกวน (Noise) เพราะวงจรไฟฟ้าอาจจะขยายสัญญาณข้างเคียงเข้าไปทดแทนสัญญาณที่มาจากอินพุต ได้ จึงต้องมีเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความแรงสัญญาณที่ส่งผ่านคอนโซลว่าแรงมากน้อยแค่ไหนเพียงไร ซึ่งหากเป็นวงจรลูกทุ่ง ๆ เราก็ใช้วัดด้วยหน่วย (VU) มิเตอร์ โดยวิญญูมิเตอร์จะต่อไว้กับมาตรฟีด เพื่อวัดสัญญาณรวมของคอนโซลดังแสดงไว้ในรูป 4.8 ก.ข.

วิญญูมิเตอร์โดยทั่วไปเป็นเครื่องวัดความแรงสัญญาณ โดยสำรวจความแรงจากแรงดันไฟฟ้า โดยมันจะทำการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอะคูสติคให้เราดูได้จากหน้าปัด โดยการแกว่งขึ้นลงของเข็มหน่วยของการทำงานต้องแปรผันตามลักษณะของทูนมนุษย์

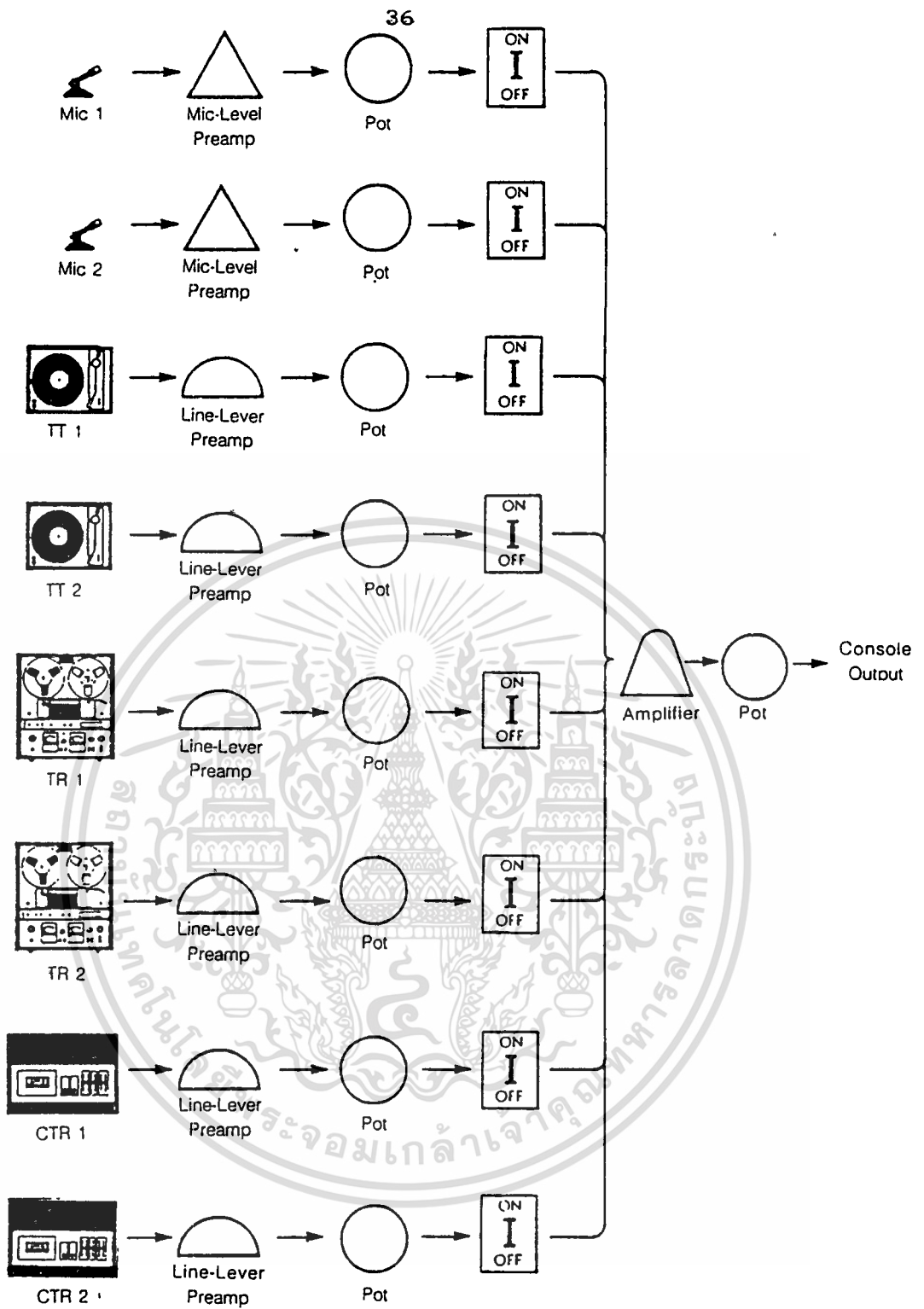
มีการแบ่งสเกลหน้าปัดของวิญญูมิเตอร์ออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ แบบแรกเป็นแบบค่าเปอร์เซ็นต์ของการผสมสัญญาณ กับแบ่งโดยสเกลของวอลุ่ม คอนโซลบางแบบได้ออกแบบวิญญูมิเตอร์เป็นการแสดงด้วยไดโอดเปล่งแสง (แอลอีดี) หากสัญญาณมีความแรงมากเข็มที่หน้าปัดจะตีไปทางขวา หรือถ้าเป็นแอลอีดีมันจะติดมากดวง

มิเตอร์ที่บอกค่าเปอร์เซ็นต์ของการผสมสัญญาณ (Modulation) เราใช้ในสถานีวิทยุเพื่อบอกว่าตอนนี้การผสมสัญญาณเป็นอย่างไร หากบอกระบุว่า 50 % นั้นแสดงว่าความสามารถของมันได้ใช้ไปแล้วครึ่งหนึ่งหากได้ 100 % นั้นหมายความว่ามันได้ใช้ความสามารถเต็มที่แล้ว หากเปอร์เซ็นต์การผสมสัญญาณมากเกินไปมีผลทำให้เกิดเสียงผิดเพี้ยนได้ การผสมสัญญาณเพื่อการส่งกระจายเสียงเราอาจจะเรียกทับศัพท์ว่า “ มอด ” หรือ “ มอดูเลชัน ” (Modulation) มีหลักการของการมอดที่ผู้ควบคุมเสียงต้องทราบ คือ หากการมอดนั้นมอดเพียง 20 % เราจะเรียกว่า Mud หมายถึงเสียงมัว-ขุ่น หรือบางท่านบอกว่าเสียงหลัว (คงจะมาจากความหมายเดียวกับคำว่าฟ้าหลัว) หากมอดได้ 100 % เราจะเรียกว่า In The Red หมายถึง แรงเต็มที่ เพราะสเกลที่ต่อจากสเกล 100 % ไปทางขวาเขาจะพิมพ์ด้วยสีแดงซึ่งเป็นมาตรฐาน โลก หากจะถามว่าระดับไหนที่การมอดได้ผลดีที่สุด เราเรียกว่าระดับ “ ไรด์อินเกน “ (Ride In Gain) ซึ่งได้แก่ระดับของการมอดที่เข้มของวิญญูมิเตอร์ตีไปมาอยู่ระหว่าง 60-100 เปอร์เซ็นต์ดังนั้น



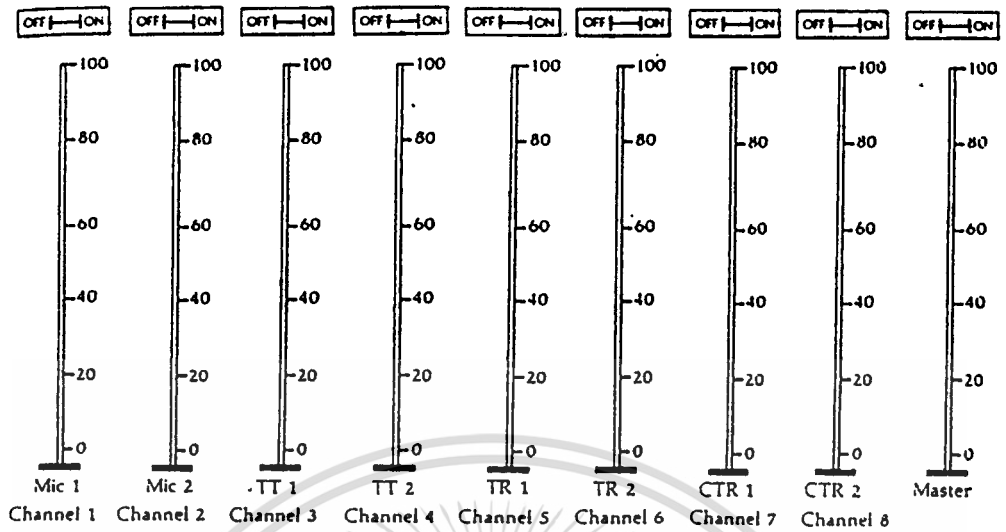
ก. บล็อกไดอะแกรมของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆที่ถูกเชื่อมต่อออกไปยังเอาต์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

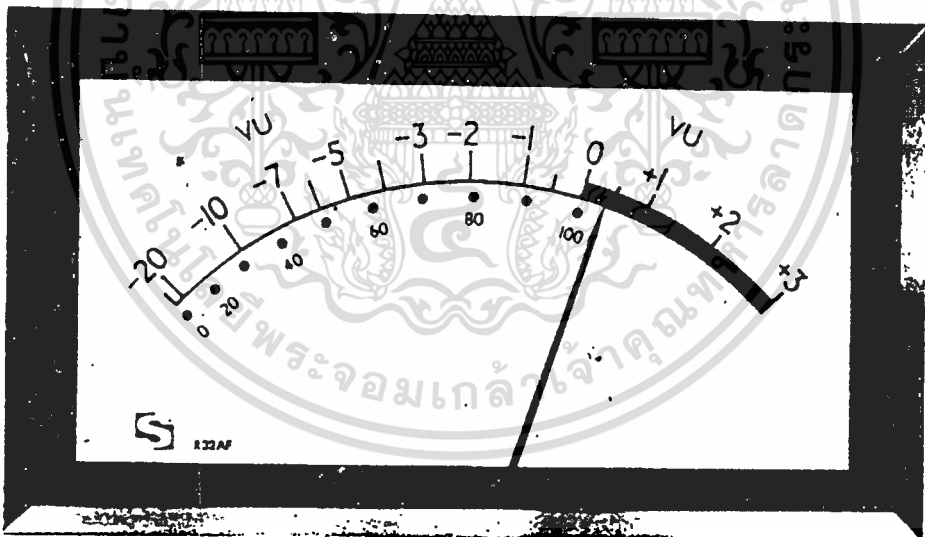


ข. ปลั๊ก ไคอะแกรนที่มีการต่อวงจรขยายสัญญาณและที่ต่อเข้ากับคอนโซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค. มาสเตอร์คอนโทรลในคอนโซล
รูปที่ 4.6 ระบบทั่วไปของเอ๊าท์พุทในคอนโซล



รูปที่ 4.7 วอลุ่มยูนิตมิเตอร์หรือวิยูมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงสรุปได้ว่าการที่จะพบว่าคนควบคุมเสียงของสถานีวิทยุคนไหนเข้าใจระบบการมอด
แค้ไหนคู่ได้จากวิทยุ.มิเตอร์ที่โต๊ะควบคุมเสียง ว่าการเร่งลด โฟเทนซิโอมิเตอร์ของเขาอยู่ในระดับ
60-100 เปอร์เซนต์ตามหลักการหรือไม่

เครื่องมือบางแบบที่ใช้ในระบบเสียง อาจจะมีตัวเช็คไรด์อินเกน (Ride In Gain)
โดยจะโชว์ออกมาเป็นแสงหากเสียงนั้นเกินระดับสูงสุดที่ควรจะเป็น เพื่อให้คนควบคุมเสียงค่อย ๆ
ปรับเสียงได้อย่างสม่ำเสมอ

สเกลของวิทยุ มิเตอร์ในห้องบันทึกเสียงหรืออื่น ๆ ในทำนองเดียวกันอาจจะมีสเกลที่
ไม่เหมือนกับวิทยุ.มิเตอร์ของการมอด หากวิทยุ.มิเตอร์ขึ้นบอกระดับ - 10 นั้นหมายความว่าสัญญาณตั้ง
กล่าวมีความแรงน้อยกว่า 25 % ของการมอด หากวิทยุ.มิเตอร์ขึ้นบอกระดับ - 2 หมายความว่าวิทยุ.มิเตอร์
บอกว่า ระดับของการมอดเท่ากับ 80 % และ หากวิทยุ.มิเตอร์ขึ้นบอกระดับ 0 นั้นหมายความว่าตอน
นี้การมอดเท่ากับ 100 %

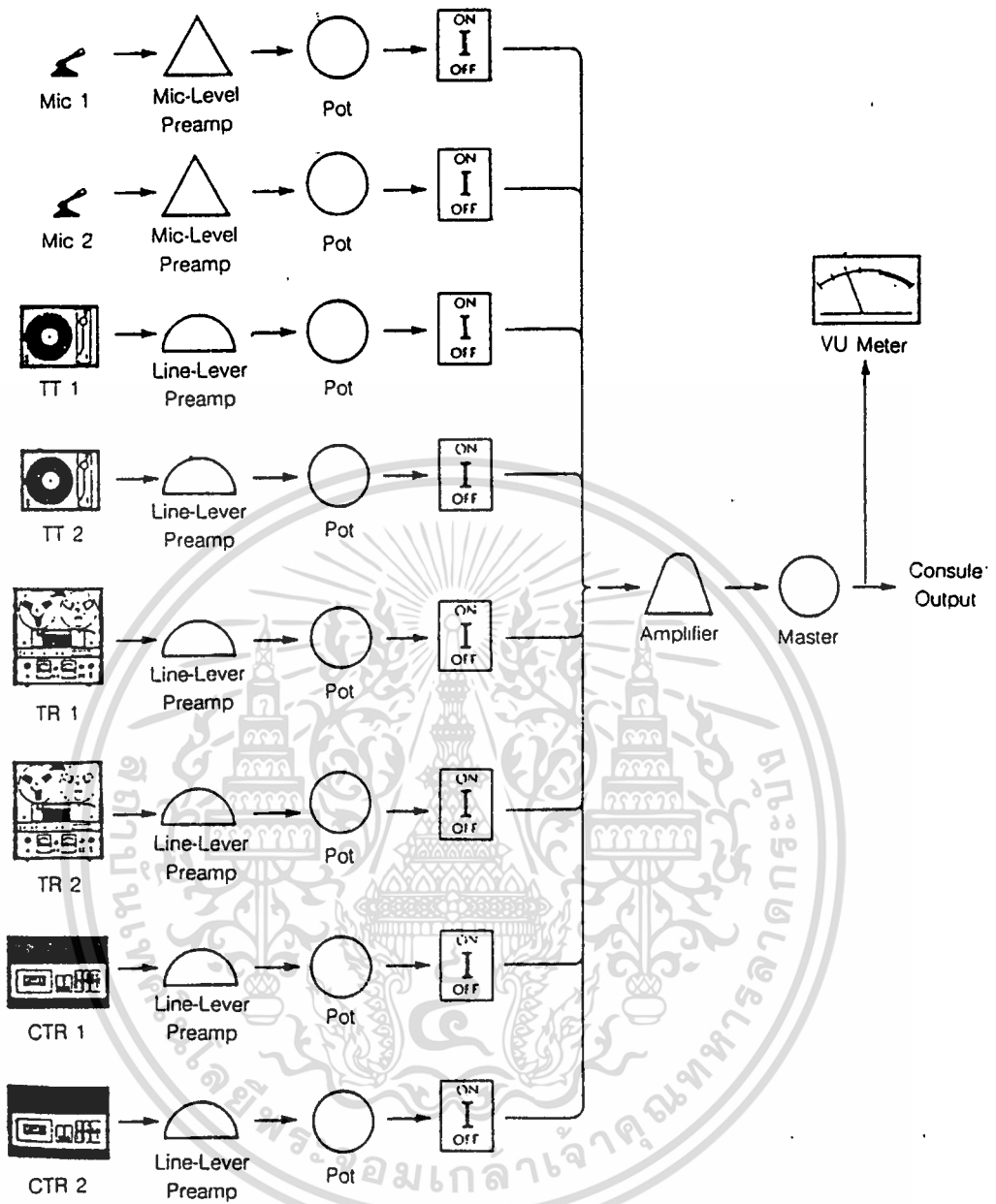
พีคโปรแกรมมิเตอร์ (Peak Program Meter)

พีคโปรแกรมมิเตอร์ซึ่งแสดงไว้ในรูป 3.10 เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อวัดระดับความแรง
สัญญาณอีกแบบหนึ่งซึ่งวัดออกมาเป็นค่าเฉลี่ย อุปกรณ์ดังกล่าวมักจะใช้ในเครื่องสไตลัสยุโรป ซึ่ง
ให้ความแม่นยำและความเป็นจริงมากกว่า วิทยุ.มิเตอร์ โดยการสำรวจออกมาเป็นค่าเฉลี่ยซึ่งให้
รายละเอียดทางเสียงได้ดีกว่า อย่างไรก็ตามก็คิคอนโซลรุ่นใหม่ได้ติคมิเตอร์ไว้ทั้ง 2 แบบ
โดยพีคโปรแกรมมิเตอร์อาจจะเรียกย่อว่า “พีพีเอ็ม” หรือ “พีพีเอ็ม มิเตอร์” (PPM)

มอนิเตอร์ (Monitor System)

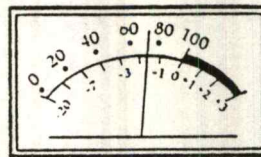
ท่านจะทราบได้อย่างไรว่าเสียงที่ดังออกไปนั้นมีความชัดเจนแค่ไหน ?

แม้ว่าจะมีเครื่องวัดที่เรียกว่า วิทยุ.มิเตอร์แล้ว แต่เสียงรวมที่เกิดขึ้นนั้น คนที่ควบคุมเสียง
อาจจะได้ยินไม่ถนัด เพราะเสียงดังกว่าถูกเดินสายจากเครื่องขยายเสียงไปยังลำโพง จึงต้องมีมอนิ
เตอร์เพื่อเช็คค่าเสียงที่ออกไปนั้นเป็นอย่างไร โดยระบบมอนิเตอร์ซึ่งเป็นระบบทดสอบเสียงนี้จะ
มีเพื่อควบคุมเพิ่มเข้ามาอีกหนึ่งตัว

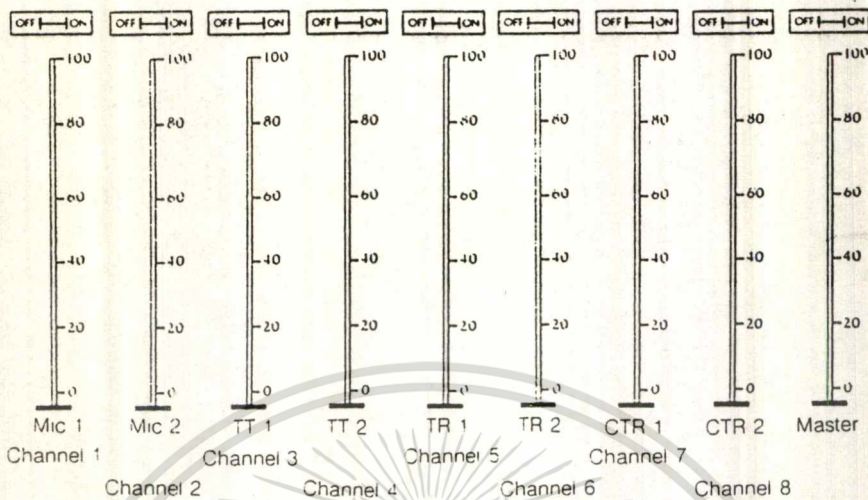


ก. บล็อกไดอะแกรมที่ผนวกเข้ากับวีอูมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

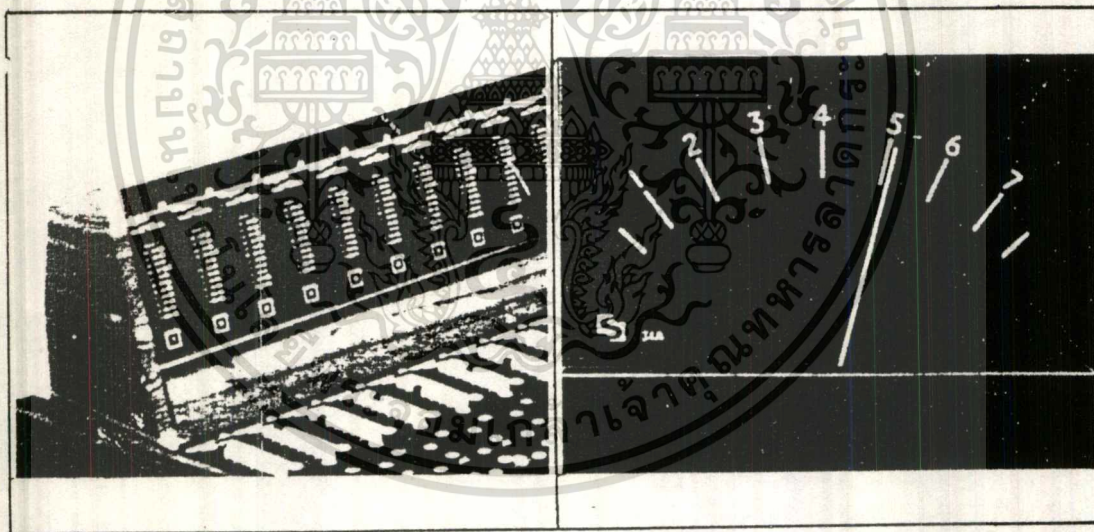


VU Meter



ข. คอนโซลที่มีการผนวกเอาวิยูมิเตอร์เข้าไปด้วย Master Pot Console

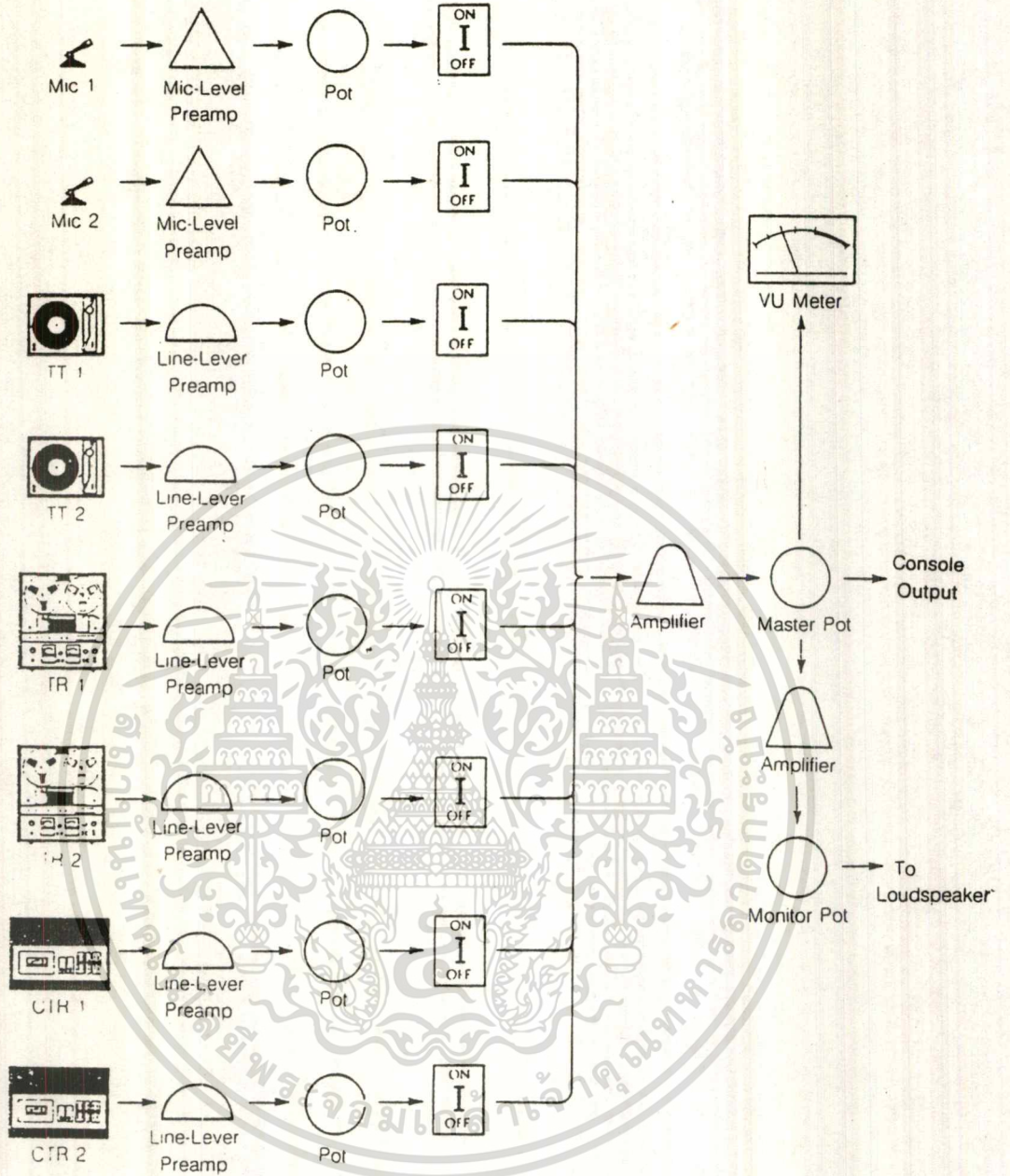
รูปที่ 4.8 คอนโซลและวิยูมิเตอร์



รูปที่ 4.9 วิยูมิเตอร์ที่ใช้หลอดแอลอีดี แสดงผลแทนชนิดเข็ม

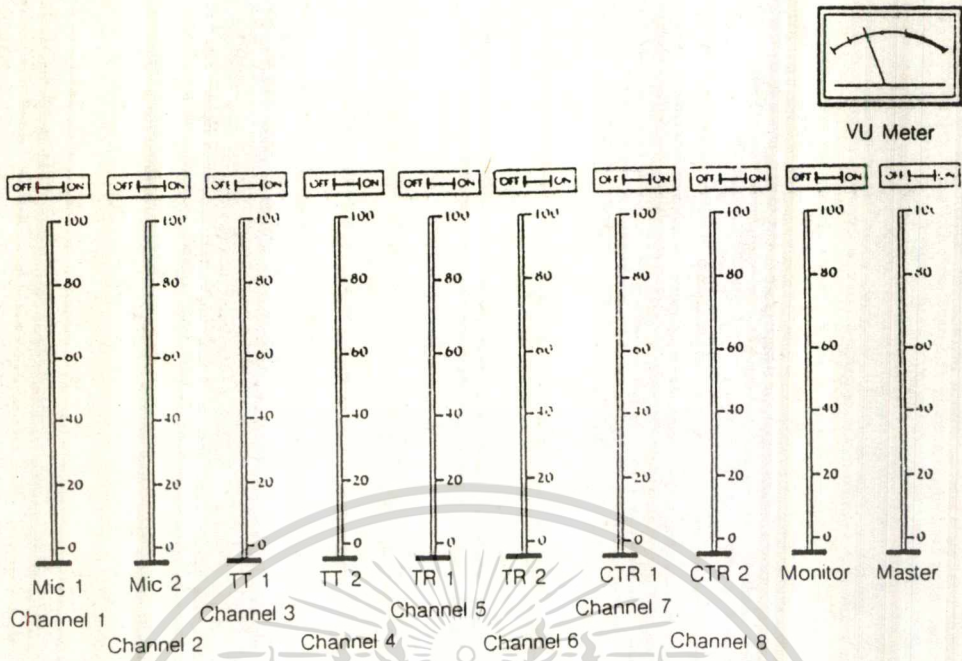
รูปที่ 4.10 ฟิค โปรแกรมมิเตอร์หรือพีพีเอ็มมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



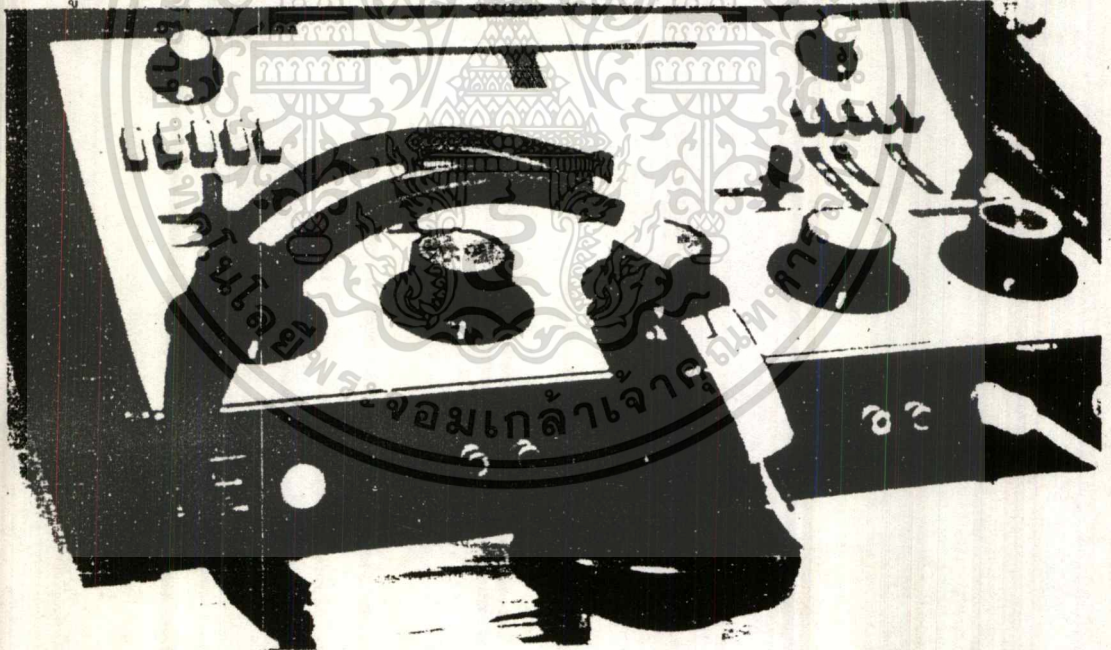
ก. เมื่อเพิ่มมอนิเตอร์เข้าไปในคอนโซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 "ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"



ข. คอนโซลเมื่อใส่มอนิเตอร์เข้าไป

รูปที่ 4.11 เมื่อต้องการใช้ระบบเสียงที่ส่งเข้ามาต้องมีมอนิเตอร์เพื่อรับฟังเสียงต้นทาง



รูปที่ 4.12 ปลั๊กหูฟังเพื่อใช้เสียบหูฟังเป็นมอนิเตอร์ของผู้ควบคุมเสียง

ในกรณีที่ระบบเสียงเกิดปัญหา มอนิเตอร์จะเป็นตัวตรวจสอบเสียงอีกชั้นหนึ่งก่อนที่จะส่งผ่านสวิทช์ตัดต่อเสียงออกไปยังเครื่องขยายสัญญาณ หรือหากสัญญาณเกิดเสียงหวีดหอนซึ่งเรียกว่า “ฟีดแบ็ค” (Feedback) เสียงหอนนั้นเกิดจากไมโครโฟนตัวใด ... หากไมโครโฟนมีไม่มากตัวก็พอจะแยกแยะกันได้ด้วยการวิเคราะห์จากทิศทางเสียงที่น่าจะเป็นว่าไมโครโฟนตัวใดรับสัญญาณป้อนกลับเข้ามาแต่หากมีไมโครโฟนหลาย ๆ ตัวจะทำอย่างไรเราจะใช้สวิทช์สำรวจอินพุตแต่ละอินพุตเพื่อเข้าสู่ระบบมอนิเตอร์ได้ที่ละอินพุต หรือที่ละหลายอินพุตก็ได้ ด้วยระบบสวิทช์ตัดต่อสัญญาณเพื่อมอนิเตอร์ นอกจากนั้นแล้วระบบมอนิเตอร์ยังสามารถจะสำรวจเสียงจากอินพุตในขณะที่กำลังใช้งานอยู่ว่าเสียงอยู่ในเกณฑ์ที่น่าฟังหรือไม่ หากเสียงนั้น ๆ มีปัญหาอาจจะมีการปรับแต่งเสียงเพิ่มเติมได้ หรือ หากเสียงใด ๆ มีปัญหาเราอาจจะใช้สวิทช์ตัดเอาต์พุตของระบบใหญ่ไว้ หรือ อาจจะเรียกว่า “มีวต์” (Mute) จนปรับแต่งเสียงเรียบร้อยแล้ว จึงจะส่งสัญญาณที่ชัดเจนออกไป ซึ่งระบบมอนิเตอร์ในสถานการณ์สด ๆ จะช่วยได้มากทีเดียว

หน้าที่ของคอนโซลสถานการณ์จริง (How Consoles Work)

ตอนนี้ท่านได้ทราบระบบทางเดินสัญญาณเสียงแล้วว่าการเดินทางของเสียงจากจุดเริ่มต้นไปสิ้นสุดลงที่ไหนและผ่านอะไรไปบ้าง ลองมาทบทวนอีกครั้ง สัญญาณเสียงจะถูกส่งจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งต่าง ๆ (Sound Source) เพื่อส่งไปยังอินพุตของคอนโซลซึ่งแยกเป็นอินพุต ๆ ไป หลังจากนั้นจะส่งเข้าวงจรขยายสัญญาณ, บาลานซ์, เข้าสู่วงจรผสมเสียง, ส่งไปเข้าระดับความแรงด้วยเครื่องวัดความแรงสัญญาณ, ส่งออกไปเพื่อการรับฟัง หรือเดินสายไปยังที่ต่าง ๆ รวมถึงระบบการส่งกระจายเสียงออกอากาศ

สมมุติว่าเราต้องการบันทึกสัญญาณที่ได้จากเทิร์นเทเบิลเครื่องที่ 1 โดยเทิร์นเทเบิลเครื่องนี้สามารถเฟดเสียง (เร่ง-ลดเสียง) ได้โดยพ็อด (Pot) ตัวที่ 3 (ส่งเข้าเซนแนล 3 ของคอนโซลนั่นเอง) การเริ่มต้นการทำงานหากต้องการเอาเสียงโหมยกใส่ลงไปด้วย ท่านต้องเอาสัญญาณจากไมโครโฟนตัวที่ 1 ส่งผ่านระบบการเฟดเสียงของพ็อด 1 หรือท่านจะให้มิเสียงโหมยกพิธีกรพูดคลอเพลงไปด้วยก็ใช้วิธีการนี้ได้ โดยเมื่อเริ่มต้นบันทึกท่านต้องเปิดพ็อด (เร่ง) ตัวที่ 3 เร่งระดับความแรงให้พ็อดซึ่งเสียงที่พ็อดต้องอยู่ในระดับ 60-100 เปอร์เซ็นต์ของการผสมเสียง (Modulation) แต่บางครั้งหากเป็นการพูดคลอเพลงเราอาจจะลดเสียงเพลงในจังหวะนั้น ๆ ด้วยก็ได้ แต่หากพิจารณาถึงอารมณ์ความรู้สึกทางศิลปะของการฟังจะกล่าวหาว่าวิธีการลดคนตรีลงไม่ถูกต้อง เพราะทำให้อารมณ์เพลงขาดหายไป หากเป็นละครวิทยุเป็นอีกเรื่องหนึ่ง การพูดเคล้าเพลงที่ถูกต้อง ต้องเร่งไมโครโฟนของพิธีกรรายการให้แรงขึ้น นั่นคือจากกรณีนี้ต้องเร่งพ็อด 1 ให้แรงกว่าพ็อด 3

การทำสมดุลเสียงในบางครั้งเราสามารถสำรวจระดับสัญญาณได้จากหูฟัง วิวูมิเตอร์ จำระดับเอาไว้ เขียน-ขีดระดับเอาไว้ เป็นต้น เมื่อพิธีกรพูดจบไปแล้วต้องเฟดเสียงของพ็อด 1 ลง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโซลที่ออกแบบให้มีอินพุตตั้งแต่ 8 อินพุตและ 1 มาสเตอร์เอาต์พุตจะใช้สำหรับระบบใหญ่ หากเป็นระบบเล็กเรากล่าวว่าเป็นระบบ 8 ช่องอินพุตลงมา ระบบใหญ่อาจจะต้องอินพุตมาก ๆ เอาต์พุตหลายช่อง เพื่อผสมสัญญาณจากไมโครโฟนในการตอบรับโทรศัพท์ เพื่อบันทึกการแสดงดนตรีสด ๆ เพื่อทำรายการในเครือข่ายเพื่อรับสัญญาณเสียงจากวิดีโอและภาพยนตร์เพื่อการกระจายเสียง เป็นต้น

สวิตช์คิลิกซ์ (Delegation Switch)

สวิตช์คิลิกซ์เป็นสวิตช์ที่เข้ามาเพื่อการตัดต่ออินพุตให้กับคอนโซล ในกรณีที่เราไม่ต้องการให้คอนโซลกว้างหรือใหญ่เกินไป หรือเป็นเพราะงบประมาณไม่เพียงพอ หรืองานพื้นที่ของสตูดิโอ หรือห้องควบคุมเสียงมีจำกัด กรณีดังกล่าวเราอาจจะใช้สวิตช์คิลิกซ์ได้ แต่การใช้สวิตช์ดังกล่าวไม่ใช้การเพิ่มช่องอินพุตแต่อย่างใด เพียงแต่ตัดต่ออินพุตให้ เช่น แชนแนล 1 ต้องการใช้ไมโครโฟน 2 ตัว หรือ แชนแนล 4 ต้องการป้อนสัญญาณเสียงวิดีโอเทป และ ภาพยนตร์อย่างนี้เป็นต้น

บรอดคาสต์คอนโซล (Broadcast Consoles)

บรอดคาสต์คอนโซลมีทั้งชนิดที่เป็น โมโน (Mono) และ สเตอริโอ (Stereo) โดยหลักการเบื้องต้นแล้วคอนโซลจะเป็น โมโน เพราะส่งสัญญาณออกเอาต์พุตเพียงเอาต์พุตเดียว หากคอนโซลนั้นเป็นสเตอริโอต้องมีพ็อตอีกตัวสายแพนเสียง (Pan) คอนโซลของระบบบรอดคาสต์เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนหากเทียบกับระบบมัลติแชนแนล ซึ่งมีความเหมือนกับคอนโซลที่ได้กล่าวมาแล้ว

มัลติแชนแนลคอนโซล (Multichannel Consoles)

มัลติแชนแนลคอนโซลหรือมัลติแชนแนลมิคเซอร์ เป็นคอนโซลที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับการบันทึกเสียงและการแสดงดนตรี นับเป็นคอนโซลขนาดใหญ่ และ มีองค์ประกอบที่ซับซ้อนมากกว่าบรอดคาสต์คอนโซล แต่มันมีส่วนสำคัญ 3 ประการที่เหมือนกันคือ หน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต และหน่วยมอเนเตอร์

1. หน่วยอินพุต (Input Section) เป็นหน่วยที่ใช้เพื่อรับเอาสัญญาณเสียงต้นทางไม่ว่าจะเป็นไมโครโฟน เครื่องบันทึกเสียง และ อื่น ๆ เพื่อเข้ากระบวนการทางเสียงส่งออกไปยังเอาต์พุตต่อไป ในส่วนของอินพุตแต่ละอินพุตจะแยกเป็น โมดูลปัจเจก แต่ละอินพุตเป็นอิสระต่อกัน ดังที่เราพบว่ามิคเซอร์บางยี่ห้อเราสามารถไปซื้อมาขยายแชนแนลได้อย่างเช่น ในบ้านเรานิยมกันมากได้แก่ยี่ห้อ “ ซาวด์กราฟ “ เป็นต้น ในโมดูลของอินพุตจะประกอบด้วยไมโครโฟนและไลน์ให้เลือกเอาไปใช้โดยไลน์นั้น หมายถึง สัญญาณที่มีความแรงอยู่แล้ว (Line) เช่น เครื่องดนตรี

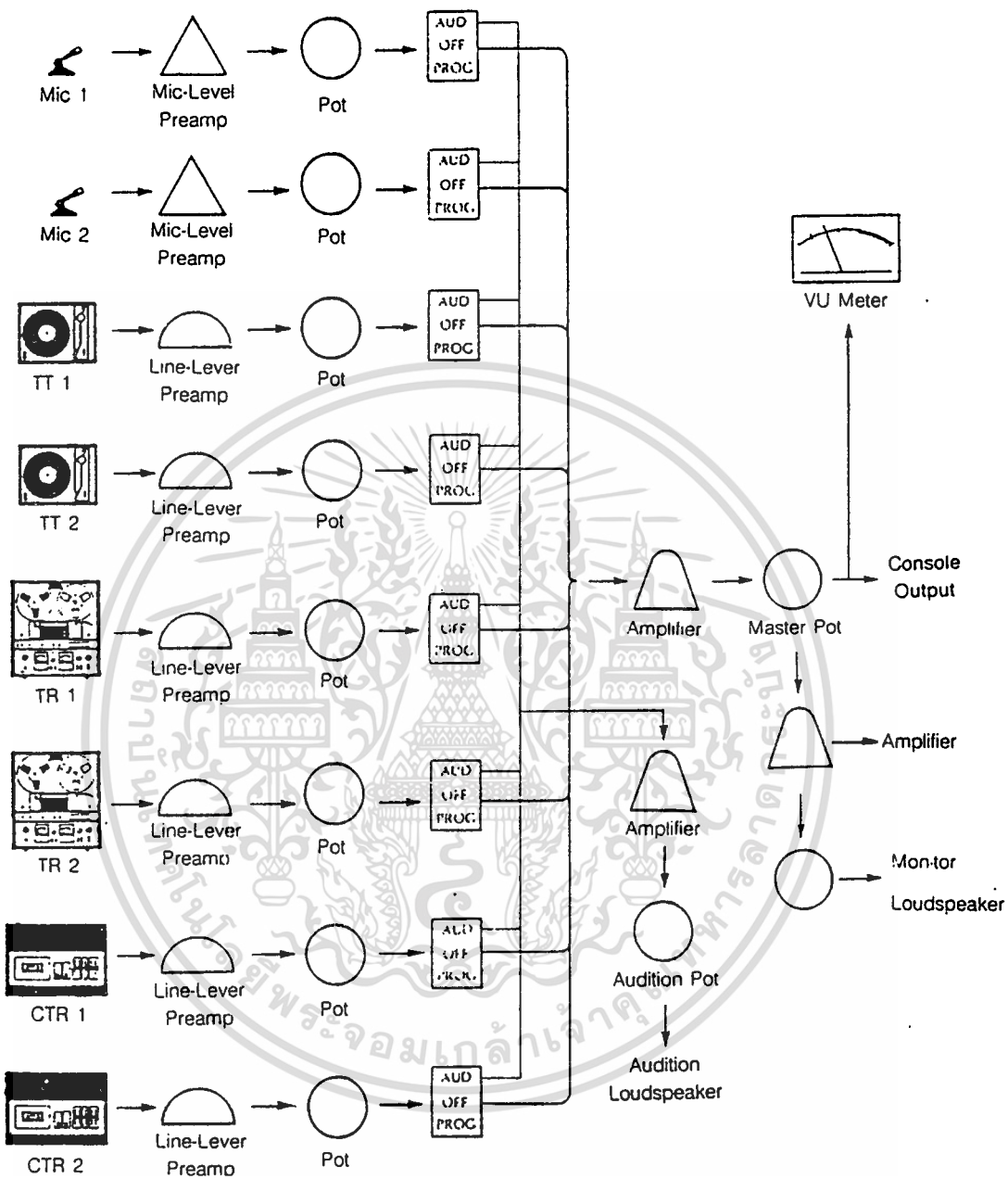
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Instrument) เทป คอมแพ็คดิสก์ ฯลฯ นอกจากจะมีตัวเลือกไมโครโฟน-เลือกไลน์แล้ว ยังมีวงจรอีควอลไลเซอร์-เพื่อปรับแต่งเสียงและกรองเสียง (Filter) มีช่องคิเล็กชั่น มีวอลุ่มเพื่อปรับหมุน แพนเสียงซ้าย ขวา มี จุดต่อเพื่อพวงรีเวิร์บ (Reverberation เครื่องทำเสียงก้อง) มีโซโลมิวต์ และมีตัวเร่งลดเสียงที่เป็นสไลด์วอลุ่ม

1.1 ไมโครโฟนและไลน์ (Microphone and line selector) เนื่องจากอินพุตต้องรับสัญญาณจากแหล่งกำเนิดสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งหากจะแยกสัญญาณกันก็สามารถแบ่งออกได้สองประเภท คือ ประเภทที่มีระดับความแรงน้อย เช่น ไมโครโฟน กับสัญญาณที่มีระดับความแรงมาก อย่างเช่น เทปบันทึกเสียง ตัวสวิตช์เลือกไมโครโฟนและไลน์ จึงเข้ามาจัดการระบบนี้ โดยสวิตช์ดังกล่าวจะนำเอาสัญญาณอินพุตเข้าสู่วงจรปริแอมพลิฟายที่มีอัตราขยายสูงและอัตราขยายต่ำ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสอดคล้องกับอินพุต หากท่านเอาสัญญาณที่เป็นประเภทเดียวกับไลน์ ไปเสียบเข้าทางอินพุตของไมโครโฟนเสียงที่ออกมาจะมีความแรงมากและแตกพร่าผิดเพี้ยนไปเลย มัลติเซนแนลคอนโซลอาจมีตัวปรับแต่งความแรงอินพุตของไมโครโฟน และ ไลน์ให้มีระดับความแรงมากขึ้นหรือลดลงกว่าเดิม ซึ่งเราจะเรียกว่า “แพ็ค ” (Pad) หรือ (Trim) และหรือ “ เซ็นซิวิตี ” (Sensitivity) ซึ่งจะมีการสร้างวงจรใส่เข้าไปกับวงจรสวิตช์เลือกอินพุต เพื่อป้องกันการเกิดเสียงโอเวอร์โวลด์ และป้องกันสัญญาณที่เข้ามาอ่อนกว่าระดับมาตรฐานซึ่งทำให้เกิดเสียงกวน-คราง

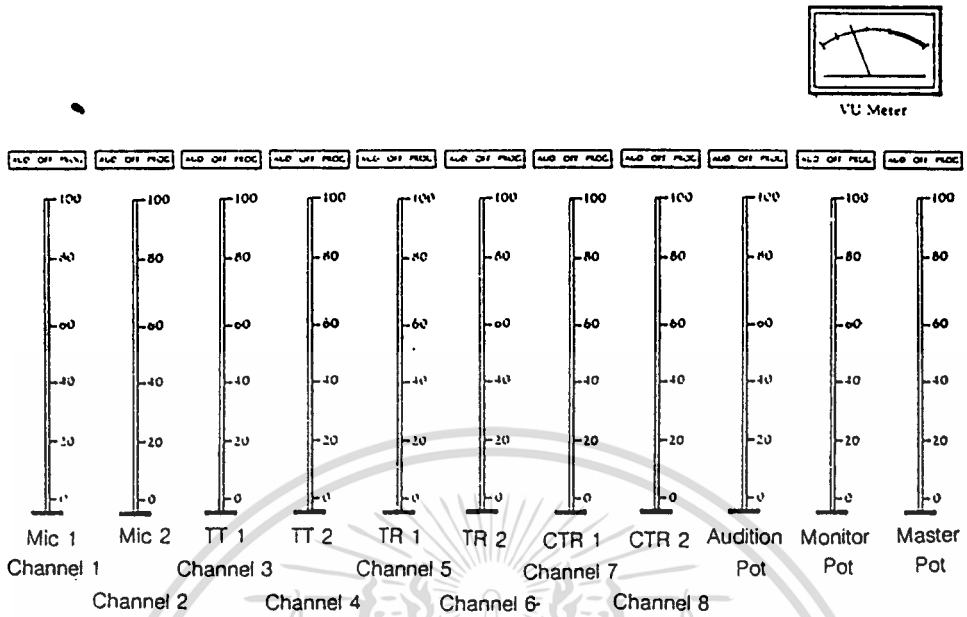
1.2 อีควอลไลเซอร์และฟิลเตอร์ (Equalizer and Filter) อีควอลไลเซอร์ คือ เครื่องมือที่ใช้เพิ่ม หรือลดความแรงสัญญาณ ณ ความถี่ต่าง ๆ โดยมีการบูสต์และคัท ความถี่เสียงเป็นความถี่ ๆ ไป แต่ฟิลเตอร์ คือ ตัวกรองความถี่ หรือตัดความถี่เป็นย่าน ๆ ซึ่งแล้วแต่การปรับเซ็ทวงจรไว้

1.3 ช่องคิเล็กชั่น (Bus Delegation) ในระบบเสียงที่เชื่อมเอาต์พุตของหลาย ๆ เอาต์พุตเข้าด้วยกันซึ่งเราเรียกว่าระบบโครงข่ายมิกเซอร์ เอาต์พุตของมิกเซอร์เราจะเรียกว่า “ บัส ” (Bus) ของเสียง แต่อินพุตของโมดูล โดยปกติจะมีคิเล็กเตอร์ช่องละ 1 ตัว



ก. บล็อกไดอะแกรมที่เพิ่มเติมระบบควบคุมเสียง วงจรขยายสัญญาณ และพีดผสมวงเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

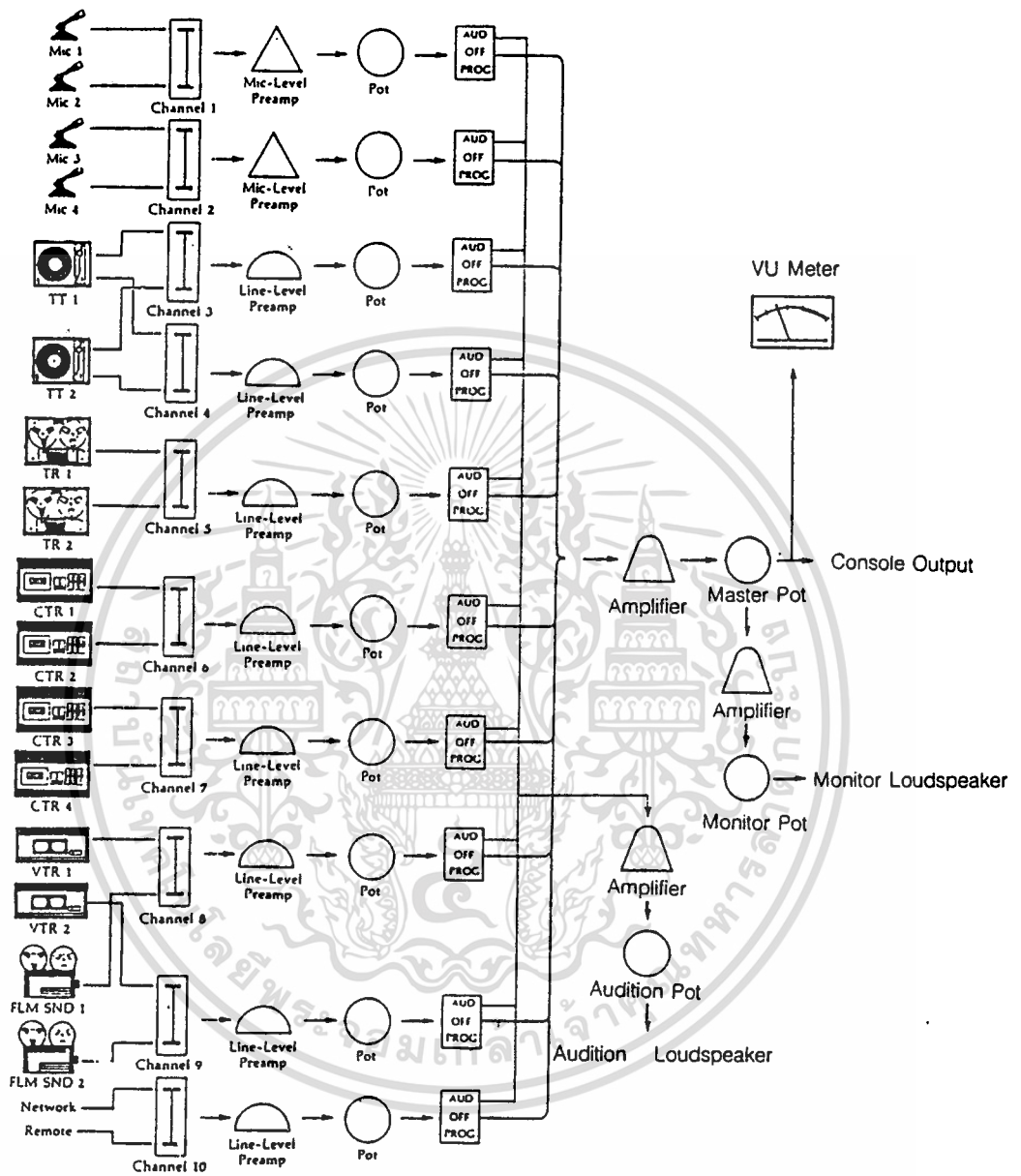


ข. คอนโซลที่ผนวกระบบควบคุมเสียงเข้าไปแล้ว
รูปที่ 4.13 คอนโซลชนิดที่มีระบบควบคุมเสียง



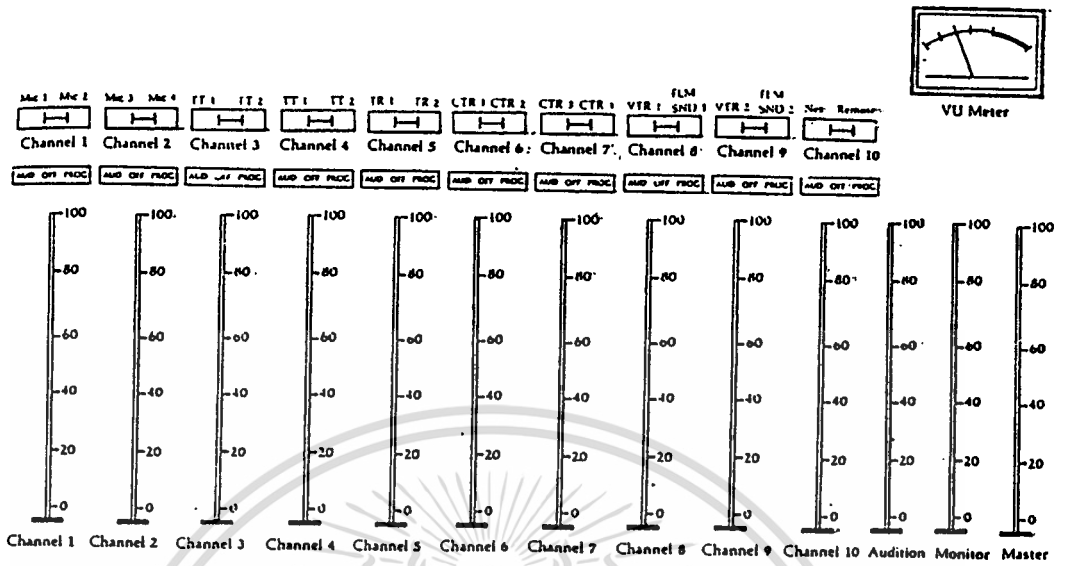
รูปที่ 4.14 การเฟดสัญญาณด้วยระบบ “คิว คอนโทรล”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

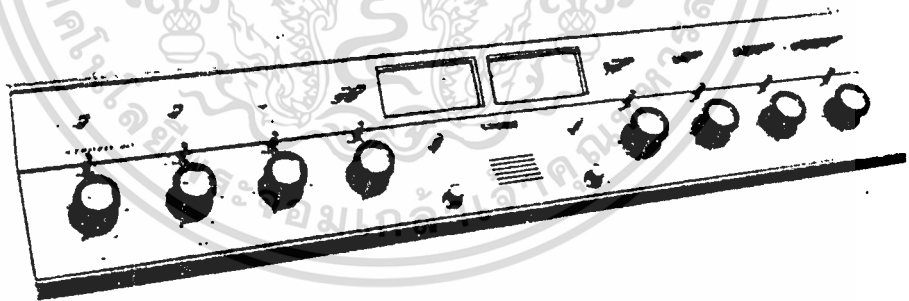


ก. บล็อก ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข. พิจารณาระบบจริง
รูปที่ 4.15 คอนโซลที่มีสวิตซ์คัตลิเกชั่น



รูปที่ 4.16 สเตอริโอคอนโซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แพนพ็อด (Pan pot) เป็นคำย่อของคำว่า Panoramic Pantometer ซึ่งเป็นตัวควบคุม สมดุลเสียง หรือกวาดเสียงเคลื่อนเสียงระหว่างมาสเตอร์ 2 แชนแนล หรือมากกว่านั้น เพื่อให้ เสียงออกไปทางซ้าย หรือออกไปทางขวา หรือออกที่เดียวทั้ง 2 ทาง

1.5 ช่องพ่วงรีเวิร์บและเอฟเฟ็คท์ (Reverb Send/Return) เป็นการพ่วงเอาวงจรถ่ายเสียง เอฟเฟ็คท์เข้ากับคอนโซล โดยเราจะส่งสัญญาณออกทาง Send เข้าสู่วงจรถ่ายเสียงสะท้อนแล้วส่ง กลับทาง Return ซึ่งเป็นฟังค์ที่สร้างไว้ในตัวคอนโซล

1.6 โซโลมิวต์ (Solo Mute) เป็นตัวที่ใช้ในการเช็คเสียงแต่ละเสียงในขณะที่เราไม่จำเป็นต้อง หรีเสียงอื่นเพื่อฟังเสียงที่ต้องการ เพียงแค่กดสวิทช์ช่องที่ต้องการฟังมันก็จะส่งออกไปยังมอนิเตอร์ให้เราฟังได้ซึ่งอาจจะฟังเพียงช่องเดียว หรือหลายช่องก็ได้ โดยกรณีดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อ โปรแกรม หรือ เสียงที่ส่งออกไปทางเอาต์พุตแต่ประการใด

1.7 สไลด์พ็อด (Sliding Pot) เป็นสไลด์วอลุ่มเพื่อบังคับเสียงของแต่ละช่อง

2. หน่วยเอาต์พุต (Output Section) หน่วยเอาต์พุตเป็นหน่วยที่รับเอาสัญญาณที่ส่งมาจาก โมดูลของหน่วยอินพุตส่งออกไปยังบัส (Buses) ซึ่งหมายถึงสายนำสัญญาณไปยังระบบขยายเสียง พี.เอ. ส่งออกไปให้มอนิเตอร์ และส่งไปเข้าเครื่องบันทึกเสียงในกรณีที่จะบันทึกสัญญาณจากคอนโซลไว้ในเทปบันทึกเสียง อย่างเช่นในห้องบันทึกเสียง

สัญญาณที่ส่งออกไปยังส่วนที่เรียกว่าบัสนั้นอาจจะเป็นระบบเสียงสเตอริโอ โมโน หรือ คอวโคโรโฟนิก-สี่แชนแนล ก็ได้ หากบัสนั้นส่งตรงออกจากอินพุตเลยเราจะเรียกสัญญาณนั้นว่า “ซับมาสเตอร์” (Submaster)

3. หน่วยมอนิเตอร์ (Monitor Section) มอนิเตอร์จะเป็นหน่วยที่รับสัญญาณจากบัสที่เป็น ทั้งซับมาสเตอร์ (Submaster) และมาสเตอร์ ส่งมันไปยังวิญมิเตอร์ ลำโพงเมตริกซ์ และส่งเข้าสู่ เครื่องมือทดสอบเสียง และการรับฟังต่อไป

นอกจากมอนิเตอร์จะมีระบบลำโพงมอนิเตอร์เมตริกซ์เพื่อฟังเสียงแต่ละแชนแนล หรือ ที่ละหลายแชนแนล และมีระบบโฟลด์แบ็คแล้ว (Foldback) ยังมีสเตท/ทอล์คแบ็ค (State/Talkback) เพื่อการติดต่อกันภายในระหว่างผู้ควบคุมเสียงกับสตูดิโอ ซึ่งศิลปินที่อยู่ในห้องบันทึกเสียงอาจจะรู้จักมันในศัพท์คำว่า “คัท” (Cut) หรือ “เทค” (Take) อันเป็นการนัดหมายการ เริ่มต้น-สิ้นสุดการบันทึกเสียง

ออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ในมอโนเตอร์ใหญ่ ๆ จะมีหน่วยออสซิลเลเตอร์ ซึ่งเป็นหน่วยทดสอบระบบเสียง โดยการผลิตความถี่บริสุทธิ์ส่งออกไปแล้วใช้สเป็คตรัมอะนาไลเซอร์ หรือ วิยู . มิเตอร์จับสัญญาณออกมา ตำรวจว่าสัญญาณใดถูกคุดกลืน สัญญาณใดสะท้อนกลับ เพื่อปรุแต่งเสียงง่ายเข้า หรือ เพื่อแก้ไขปัญหาเสียงหวีด เสียงหอน ในการแสดงสดที่ต่างสถานที่กันออกไป อีกกรณีหนึ่งก็เพื่อส่งความถี่บางความถี่ไปทำเอฟเฟ็คท์ในเวลาบันทึกเสียง หรือใช้เป็นเสียงอ้างอิงของระบบบันทึกเสียง



SOUNDMIX / RAKMIXINPUT SECTION

- Microphone input (XLR)

อินพุทแต่ละช่องมีแจ็คอินพุทไมโครโฟนแบบบาลานซ์ (Balanced) อินพุทจะมีอิมพีแดนซ์ 0.728 กิโลโอห์มซึ่งโดยปกติจะเป็นไมโครโฟนแบบที่มีอิมพีแดนซ์ต่ำ (Low Impedance) โดยถูกใช้เพื่อแก้ปัญหาในด้านแมตชิ่ง (Matching)

- Line level input (1/4 ")

อินพุทแต่ละช่องจะใช้ปลั๊กอินพุทแบบอับบาลานซ์ (Unbalance) ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ 5.74 กิโลโอห์ม (อิมพีแดนซ์สูง)

- Send / Return patch (2, 1/4 ")

แจ็ค Send / Return หลายจุดของแต่ละช่องใช้ต่ออุปกรณ์ภายนอกสัญญาณรบกวนที่ผ่านเข้ามาจะถูกจำกัด คือ นำสัญญาณนั้นผ่านกลับเข้ามาในช่องนั้น ๆ Send / Return แต่ละจุดคือ PRE eq และ fader

- Direct output (1/4 ")

เป็นสัญญาณ Output ของ Input แต่ละช่องสามารถต่อรวมได้โดยตรงโดยใช้แจ็ค

- Pad (20 dB - Microphone input only)

ถ้าสัญญาณจากอินพุทไมโครโฟนเข้ามาในช่องมีกำลังแรง ซึ่งมีผลต่อการปรับควบคุมเกน (เมื่อปรับเกนต่ำกว่าระดับ 9 นาฬิกา และ Peak led จะแสดงผล) เมื่อกดสวิตช์ pad จะลดทอนความแรงสัญญาณอินพุทและการทำงานของเกนควบคุมจะลดลงที่ระดับที่ต้องการ

- Gain

ควบคุมระดับอินพุทของไมโครโฟนและ line อินพุทแล้วแต่ละกรณีที่ใช้ไมโครโฟนหรือ line อินพุทที่ถูกเลือกโดยสามารถปรับควบคุมโดยต่อเนื่องมีย่านระหว่าง +20 dB ถึง +60 dB (pad in)

- Line

เป็นสวิตช์เปลี่ยนระหว่างอินพุทไมโครโฟนแบบบาลานซ์ (XLR) และ line อินพุท (1/4 ") แบบอับบาลานซ์

- Auxiliary

การควบคุมนี้ยอมให้สัญญาณอินพุทไหลผ่าน (Tapped) โดยให้สัญญาณผ่านไปหมด (ถ้าออกมากเป็นผลให้สัญญาณแรง) ที่ตำแหน่งแตกต่างกันและส่งไปยังอุปกรณ์ Auxiliary (เช่น อุปกรณ์ ACHO) หรือ ขยายแยกส่วนกันสำหรับ Monitor ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางออกเสียง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUX # 1 Auxiliary # 1 ทำสัญญาณจากสัญญาณที่ผ่านเข้ามาทาง PRE eq และ fader (ก่อนจุดนำเข้า eq และ fader) และตั้งนั้นจะขึ้นอยู่กับเกนของอินพุท

AUX # 2 เหมือน AUX # 1

AUX # 3 Auxiliary # 3 ทำสัญญาณจากสัญญาณผ่านเข้ามา Post eq และ fader (อื่นๆ หลังจาก fader) และจะขึ้นอยู่กับอินพุทจุดนั้นและระดับ fader ของเอาท์พุทแต่ละช่อง post eq และสัญญาณที่ fader ให้เหมาะสมที่สุดสำหรับ monitor ที่รับเอาท์พุท

AUX # 4 เหมือน AUX # 3

AUXILIARY buses # 1 และ #2 สามารถเปลี่ยนได้ง่ายโดยคุณปฏิบัติได้โดยถูกต้อง แต่ละอันของ PRE หรือ จุดเข้าของ Post eq และ fader ให้เหมาะสมตามที่คุณต้องการ

- Equalisation ส่วนของ equalisation มี 4 ย่านซึ่งถูกกำหนดความกว้างความถี่ (bandwidth) ตามตัว ชนิด Q ต่ำ รายละเอียดการทำมีการกำจัดความผิดเพี้ยนทางเฟส (phase) ด้วยเป็นผลเพิ่มกำลังหรือตัดย่านนั้นออกไป

ผลตอบรับตามชนิดของเสียงบนกึ่งกลางย่านและปรับบนสุดหรือกึ่งกลางของความถี่

10 kHz +/- 12 dB shelf

1.8 kHz +/- 12 dB

330 Hz +/- 12 dB

60 Hz +/- 12 dB shelf

eq มีความไวและความแรงขึ้นโดยปรับจากจุดของเพลงตามความมุ่งหมาย และแม้แต่มันเปรียบเสมือน eq ระบบที่หาได้ในปัจจุบันนี้เป็นผลให้ใกล้เคียงธรรมชาติ โสและมีสีสัน

- PAN

ปรับควบคุมตำแหน่งของสัญญาณให้เป็นรูปแบบสเตอริโอ (stereo) ที่เอาท์พุท master สามารถเลือกได้ที่เอาท์พุท

- MUTE

เป็นสวิทช์ขัดขวางสัญญาณที่กำลังออกจากช่องจะมีผลเมื่อกดสวิทช์ช่องในตำแหน่งปิด นอกจากนั้นยังยอมปล่อยให้ PRE fader ทั้งหมด ทำงานไปตามเส้นทาง และสัญญาณสามารถทำให้เงียบลงโดยสวิทช์ monitor ของหูฟัง (head phones) และบนมิเตอร์ pfl vu (soundmix only) และ master led (rakmix only) ด้านขวาก็มีผลเช่นกัน

- PFI (prefager listen , sometimes called solo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์นี้นำสัญญาณ PRE fader ส่งออกไปเอาท์พุทของหูฟัง นอกจากนั้นสัญญาณก็เป็นมอนิเตอร์ให้หูฟัง และมีเตอร์ pfl vu (soundmix only) และ master led (rakmix only) ด้านขวาก็เช่นกัน

หมายเหตุ :ระบบ pfl ต่อเติมในทุก ๆ หมายเลขของสวิทช์ pfl ซึ่งสามารถกดใช้ได้ในช่วงครึ่ง

- ROUTING

สัญญาณจาก Post fader สามารถส่งไปถึงทุก ๆ subgroup หรือ master stereo เอาท์พุท โดยใช้สวิทช์ตัวนี้ ใช้วอลุ่ม pan ควบคุมร่วมกับสวิทช์ routing ยอมให้ส่งการทำงานไปทั้งหนึ่งหรือสองเอาท์พุทที่ถูกเลือกไว้ เช่น เลือก Groups 1-2 ถ้าปรับ pan ไปทางซ้ายจะได้สัญญาณในกลุ่ม 1 และปรับ pan ไปทางขวาจะได้ สัญญาณในกลุ่ม 2 ส่วนปรับ pan ที่จุดกึ่งกลางจะได้สัญญาณทั้งคู่

- PEAK

LED (light emitting diode) นี้ จะมีผลต่อเมื่อสัญญาณอินพุทมีระดับ + 9 dBm LED ตัวนี้คือ post eq และ pre fader มีความแน่นอนมากในการตรวจสอบความแรงของสัญญาณไม่ใช่ตัวทำการคลิบสัญญาณ เมื่อไรที่สัญญาณที่รับเข้ามา 12 dB หลังจากนั้น led ตัวนี้จะส่องแสง

- FADER

วอลุ่มแบบสไลด์ (slide) ขนาด 100 mm เป็น fader ควบคุมระดับสัญญาณเอาท์พุทของแต่ละช่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตัดต่อภาพ (SWITCHER)

1. คุณสมบัติในการทำงาน

- CHROMA KEY GENERATOR

แบบฝังในจะช่วยในผลกระทบของการเลื่อนของเลนส์โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือภายนอก อย่างไรก็ตาม การคีย์จากภายนอกก็เป็นไปได้โดยฝ้ายตัวของคีย์ CHROMA

- DOWNSTREAM KEYSER

- AUTOTAKE FUNCTION

- COLOR BACKGROUND GENERATOR

- DSK PREVIEW OUTPUT TERMINAL

- DC (11-17 V.)

2. ข้อควรระวัง

- เพื่อการใช้งานที่ยาวนานขึ้น หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องนี้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ๆ ความชื้นสูง การสั่นสะเทือนสูงมาก ฝุ่นเยอะ หรือในสถานที่ใกล้กับแหล่งเสียง

- หลีกเลี่ยงการสั่นสะเทือนสูงเมื่อเวลาติดตั้งหรือถือ

- อย่าใช้คันโยก fader ด้วยความรุนแรง หรือจับมันอย่างรุนแรง

- ตำแหน่งมาตรฐานของแผงควบคุมคั้นแนวราบ อย่าเอนมันมากกว่า 45 องศา จากแนวราบ

- เมื่อใช้รีโมทคอนโทรลรุ่น RS-2000 / RS-1900 / RS-110 / RS-500 ในระบบศูนย์กลางโดยรอบเครื่อง KM-1200 ให้ตั้งตัวควบคุม TALLY ของทุกหน่วยตามกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

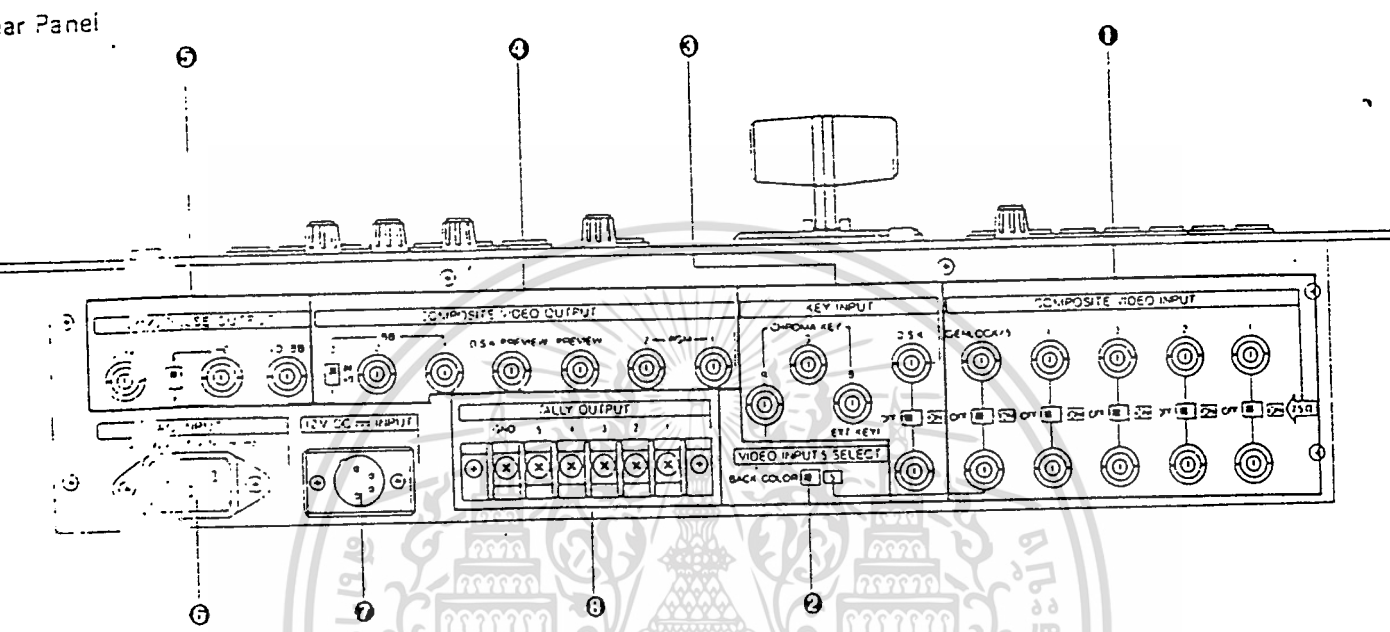
เมื่อเครื่อง km-1200 ถูกต่อเข้ากับตัวรับ AV หรือแท่งเหล็กให้เว้นระยะห่างเหนือแผงควบคุมไว้บ้างเพื่อการต่อแผงด้านหลัง

3. การควบคุม การต่อ และตัวบ่งชี้

1. ตัวต่อ Composite Video Input

Input 1-4 : ตัวต่อ BIVC พร้อมด้วยการต่อกับ Bridge ถ้าไม่มี Bridge ให้ติดตั้งไว้ที่ 75 พร้อมเลื่อนสวิตช์ “ เปิด “

Genlock/5 : สำหรับการทำงานของ genlock ใ้ VBS (Input) หรือ BB สัญญาณ
เข้าตัวต่อ เมื่อไม่มีสัญญาณเหล่านี้ต่อกับตัวต่อ วิธี Synchronizing จะถูกตั้งกับระบบภายใน
(INT.MODE) โดยใช้ SSG ที่ติดมากับเครื่อง



รูปแสดงส่วนท้ายของอุปกรณ์ตัดต่อภาพ

2. VIDEO INPUT 5 (ปุ่มเลือก)

เมื่อต่อ input เข้า genlock/5 ตัวต่อ จะถูกใช้เพื่อ genlock และเมื่อตัว Input 1-4 ได้ถูกใช้ไป
หมดแล้ว ตัว genlock/5 Input สามารถจะนำมาใช้เป็น Input signal of video ที่ 5 ได้ โดยตั้งปุ่มไปที่
" 5 " ผลที่ตามมา พื้น background สีดำ ไม่สามารถใช้ได้

อย่างไรก็ตามเมื่อ Input ไปที่ตัว genlock / 5 ปิดอยู่ ตัว Input ตัวที่ 5 จะกลับไปอยู่ที่สีพื้นถึง
แม้ว่าสวิทซ์จะถูกตั้งไว้ที่ " 5 "

3. ตัวต่อ KEYING SIGNAL INPUT

DSK : สัญญาณวีดิโออินพุตของ DSK

CHROMA KEY : สัญญาณวีดิโออินพุตสำหรับ Chroma keying

4.ตัวต่อ COMPOSITE VIDEO OUTPUT

PGM1 และ PGM2 เป็น OUTPUT ของ VIDEO

BB-1 และ BB-2 เป็นสัญญาณ OUTPUT ของ Black burst

5.SYNC PULSE OUTPUT

SYNC : สัญญาณขาออกของ SYNC

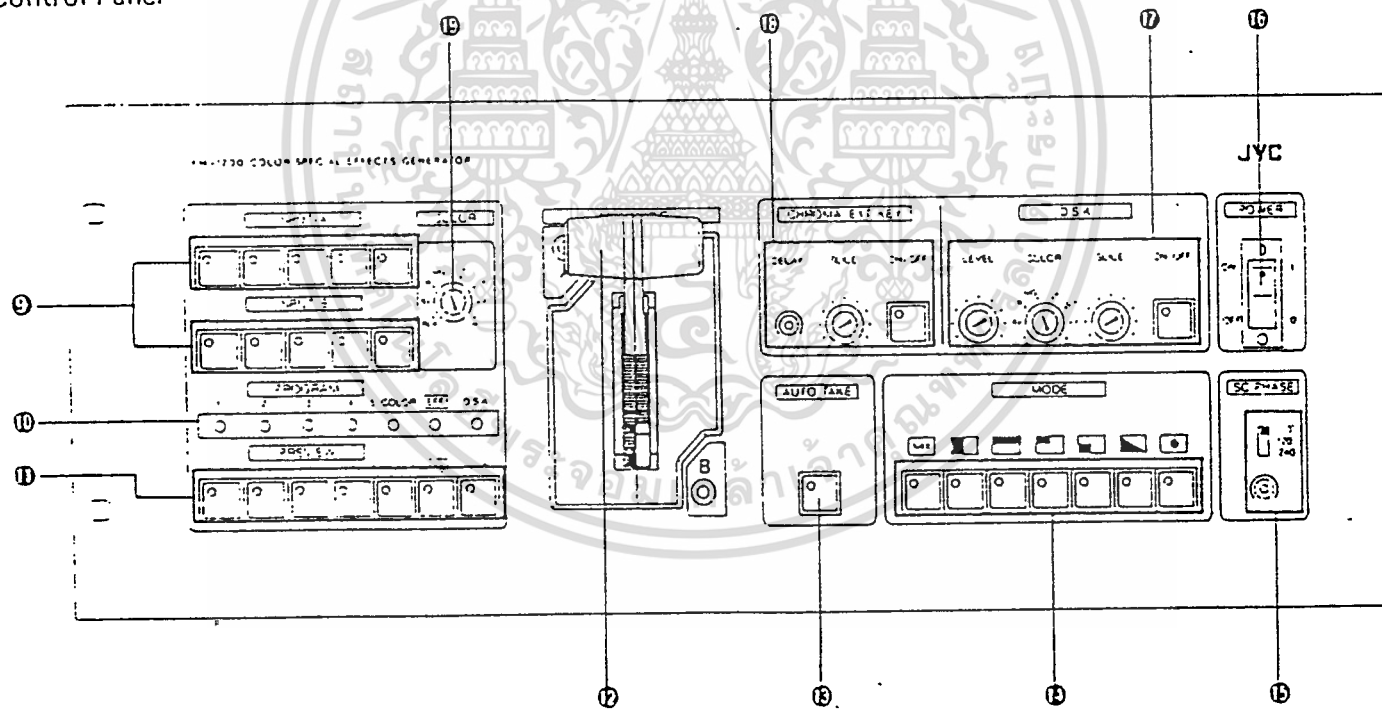
HD/BL : เลือกโดยใช้สวิตช์

6.AC INPUT

7.DC INPUT เป็นชนิด XLR 4 - PIN ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ DC 12 V

8.ตัวต่อ TALLY

Control Panel



รูปแสดงแผงควบคุมอุปกรณ์ตัดต่อภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.INPUT A และ INPUT B เลือกเส้นทางของอินพุทโดยใช้การตอบสนองของวงจร (MIX / WIPE) มีอยู่ด้วยกัน 5 อินพุทสัญญาณวิดีโอ ซึ่งใช้ได้จริงมี 4 อินพุทและวิดีโออินพุทที่ 5 นั้น ให้เลือกสัญญาณสีพื้น

10.PROGRAM OUTPUT เป็นหลอดสัญญาณไฟเอาต์พุทที่ใช้งานเมื่อใช้เอาต์พุท PGM

11.PREVIEW BUS LINE อินพุทวิดีโอที่ถูกเลือกออกไปเป็นสัญญาณเอาต์พุท (PGM) หรือ สัญญาณ DSK สามารถเลือกออกมาโดยการกดสวิทช์

12.MIX / WIPE LEVER เป็นตัวปรับเลือกการตัดต่อสัญญาณ เมื่อโหมคของสวิทช์ที่เลือกปรับไว้ที่ MIX และควบคุมไว้ที่ WIPING เมื่อสวิทช์ปรับไว้ที่ WIPE PATTERN

13.AUTO TAKE BUTTON เมื่อมีการกดสวิทช์ สัญญาณวิดีโอที่ถูกเลือกสำหรับ PREVIEW จะออกทางเอาต์พุทของ PGM

14.MODE SELECT BUTTON เลือกการทำงานรูปแบบต่างๆประกอบด้วย 1 MIXING และรูปแบบการเฟสภาพ ดังรูป

15.SUB CARRIER PHASE CONTROL เมื่อสัญญาณ Genlock ถูกใช้สำหรับช่องสัญญาณใด สัญญาณหนึ่ง ความเข้มของสีสามารถถูกปรับควบคุมได้โดยตัวมันเอง

16.POWER SWITCH

17.DOWNSTREAM KEYS CONTROL ควบคุมฟังก์ชันต่างๆมีผลต่อเอาต์พุทสัญญาณที่ใช้เมื่อต่อเข้ากับอินพุทของสัญญาณวิดีโอ

ON / OFF เอาต์พุทของ DSK ออกไปใช้งาน ได้ก็ต่อเมื่อกดสวิทช์ ON / OFF

SLICE ปรับระดับอินพุทของสัญญาณ

COLOR (เป็นสีที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้ร่วมกับสัญญาณที่อินพุทซึ่งมีให้เลือกอยู่ 8 อย่าง คือ

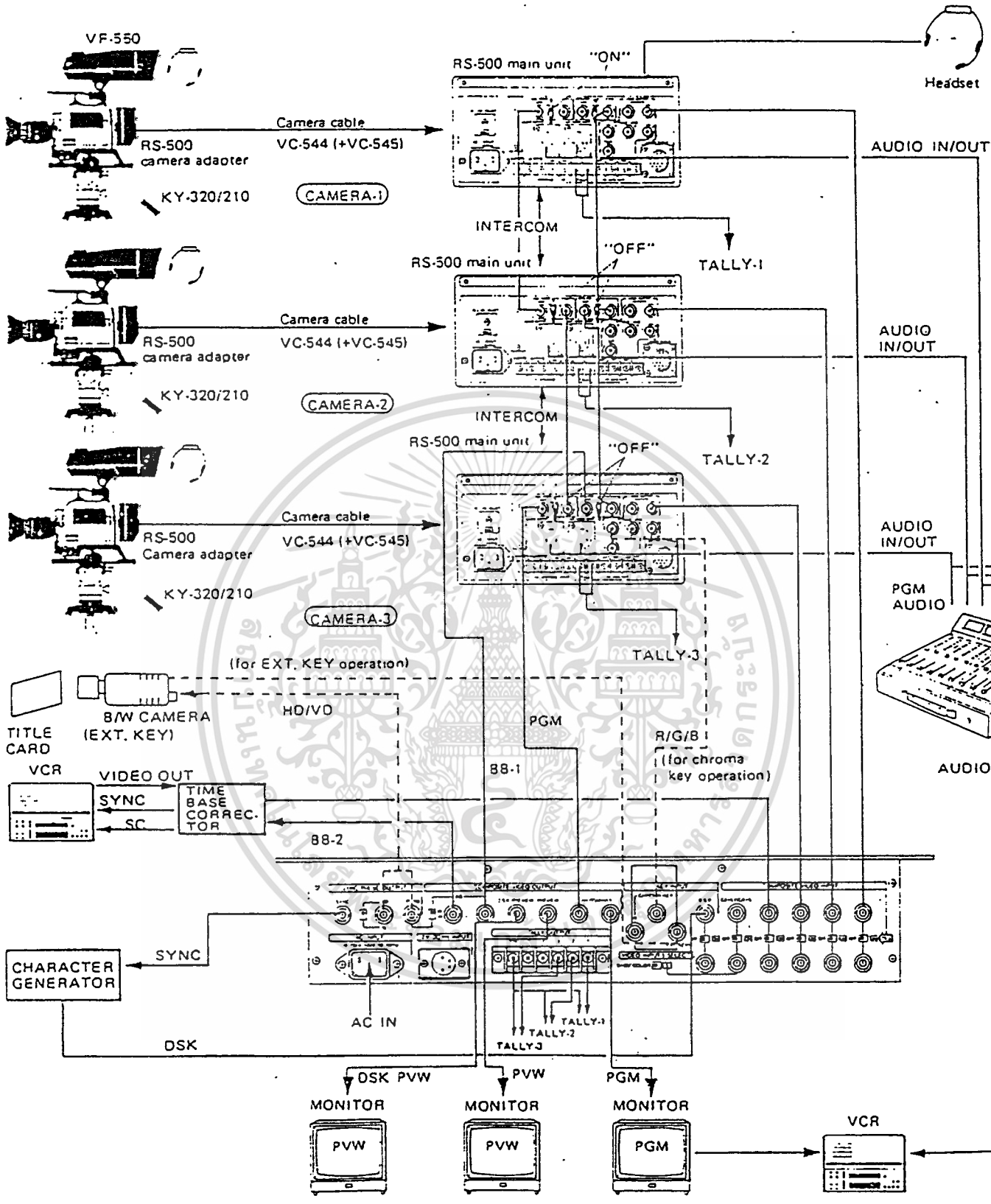
BLK , B,R,MG,G,CY,Y,W

18. CHROMA KEY CONTROL

ON / OFF เป็นสวิทช์ ON / OFF เมื่อต้องการใช้งาน

SLICE ปรับจุดที่ใช้มีความเป็นธรรมชาติที่สุด

DELAY เมื่อมีการหน่วงเวลาระหว่างสัญญาณจากกล้องหลัก (VBS) และสัญญาณสีจากอินพุท สามารถปรับตัวด้านทานปรับค่าได้



รูปแสดงวิธีการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ตัดต่อภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COLOR (background colour) selector สีของพื้นที่ผลิตขึ้นเป็นพิเศษซึ่งใช้เป็นพื้นหลังของภาพทำได้โดยการเลื่อนสี สัญญาณที่ผลิตขึ้นเป็นสีพื้น

หมายเหตุ สีพื้นหลังไม่สามารถใช้ได้เมื่อสัญญาณ genlock ถูกใช้ต่อกับอินพุตสัญญาณภาพที่ 5 หรือ “ 5 / COLOUR “

4. การต่อใช้งาน

ตัวอย่างนี้เป็นแผนภาพของหน่วยใน SYNC MODE ในการจัดหน่วยใน genlock mode ภายนอกต้องอ้างถึงหน้า 7 และหน่วยปฏิบัติการหน้า 9

- จัดตั้ง 75 โอห์ม termination switches ของตัวเชื่อมภายในทั้งหมดซึ่งไม่ได้ตั้ง switch ไว้ที่ on * ข้อสังเกต *

- สำหรับการเชื่อมต่อ โยงและจัดการกล้องวิดีโอ, REMOTE CONTROL, และตัวบันทึกเทปจะแสดงไว้ในภาพโดยอ้างอิงจากคำแนะนำในการใช้ที่จัดไว้ควบคุม

- การทำ chroma และการใส่ข้อมูลภายนอกไม่สามารถทำได้ในเวลาเดียวกัน

- ตัวสัญญาณที่ใช้แสดงการกรอกกลับม้วนเทปวิดีโอ ประกอบด้วย jitter จำนวนมาก(เป็นตัวกระพริบ) ส่วน special effect ที่ใช้ในสัญญาณเหล่านี้ เราขอแนะนำให้ใช้ TBC (เครื่องจัดตั้งเวลา)

5. ขั้นตอนการทำงาน

5.1 การปรับปรุงระบบ หลังจากทำการเชื่อมต่อ เราจำเป็นต้องใช้การปรับปรุงระบบตามลำดับสัญญาณและกระแสดับ จะไม่ลงตัวในแต่ละหน่วยของ unit ในการจัดตั้งระบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการปรับปรุงทั่วไป การปรับปรุงจะได้ผลแน่นอนขึ้นเมื่อ vector และ monotor headphone เชื่อมเข้ากับ output

เปิดหน่วยทั้งหมดในระบบ

เมื่อเปิด KM-1200 จะตั้งตัวเองโดยอัตโนมัติอยู่ที่ a bus line 1 , b bus line 1 , preview bus line 1 , mode , mix , program 1

ตั้งปุ่ม bar ของกล้องวิดีโอที่เชื่อมต่อเสร็จไว้ที่เปิด เพื่อให้จะให้สัญญาณหลอดภาพสีตั้งปุ่มควบคุมที่ KM-1200 ดังต่อไปนี้

- ตั้ง mix หรือ wipe ไว้ที่จุด a

- ตั้ง dsk on / off ไว้ที่คำสั่งปิดและหมุนปุ่ม dsk level และ dsk slice ไว้ทวนเข็มนาฬิกา

- ปิดปุ่ม chroma key เปิดปุ่ม preview busline และมองหน้าจอเพื่อดูว่าสัญญาณที่จากกล้อง
ต่อเข้าไป (เช็คการทำงานได้หรือไม่)

- เช็คค่า 75 โอห์ม ได้เปิดไว้อยู่แล้ว (ไม่ต้องใช้ input connector อีกแล้ว)

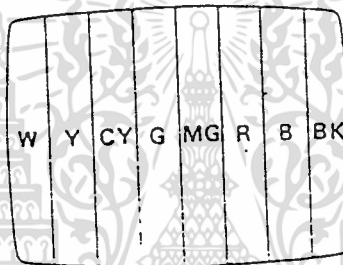
ปรับปุ่มกระแสไฟฟ้า horizontal กับ subcarrier

(1) กดปุ่ม input a & preview 1

(2) กดปุ่ม auto take

(3) กดปุ่ม preview 1 & dsk ตามลำดับ

ตอนนี้ให้ปรับปุ่มควบคุม h phase ของกล้องเข้ากับเบอร์ 1 เพื่อภาพจะได้ไม่ขยายไปทางซ้าย-
ขวา เมื่อปรากฏบนหน้าจอ ในเวลาเดียวกัน ปรับปุ่มควบคุม sc phase บนกล้องเพื่อว่าจุดสีของต่าง ๆ
จะได้อยู่ในโทนเดียวกัน



รูปแสดงแถบสีต่างๆ

ทำการปรับส่วนต่างๆ เหล่านี้เพื่อที่สัญญาณกล้องทั้งหมดจะได้เชื่อมต่อกัน

ถ่ายภาพด้วยวัตถุชิ้นเดียวด้วยกล้องต่างๆ และปรับสีค่าให้มีความพอดี (ณ ระดับฐาน ระดับสี
ขาว , ระดับวีดีโอ , และระดับสี , ระดับอื่นๆ)

- สำหรับการใช้กล้องวีดีโอสี และหน่วยควบคุมรีโมทจะอาศัยคำแนะนำการใช้ที่มากับอุปกรณ์
เหล่านี้

- สำหรับการปรับปุ่ม ext , genlock operation & subcarrier phase นั้นเป็นสิ่งจำเป็น อ้างอิงได้
จาก 2 nd item ในหน้า 7 “operation mode “

5.2 หน้าทีปฐมภูมิ ก่อนที่จะปฏิบัติการ เชื่อมต่อตั้งภาพในการต่อ (ข้อ 4 ใหญ่) และทำการปรับปรุงระบบตามข้อ 5.1

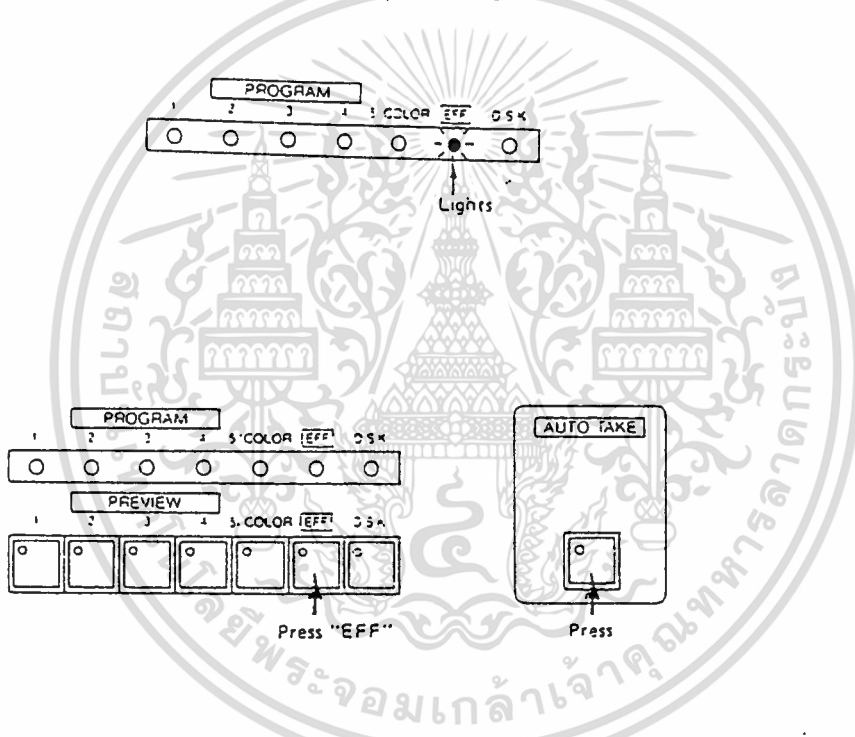
1. การเลือกรูปภาพ

1) การเปิดปิดสวิทช์

(1) เปิดปุ่ม mix / wipe ไปที่ a

(2) สัญญาณของ out put จะต้องตรงกับ program out นั้นหมายถึงว่าปุ่ม eff lcd ของ program output จะต้องเปิดแล้ว เมื่อ lcd อีกตัวหนึ่งได้เปิดขึ้น กดปุ่ม eff แล้วกดปุ่ม auto take ไฟ eff lcd จะทำงานด้วยการกดปุ่มดังกล่าว

(3) กดปุ่ม input a bus line สัญญาณที่เลือกแล้วจะแสดงผลเช่นเดียวกับ pgm output วิธีการเดียวกันนี้ให้ทำกับ b bus line เมื่อปุ่ม mix/wipe ตั้งไว้ที่ b

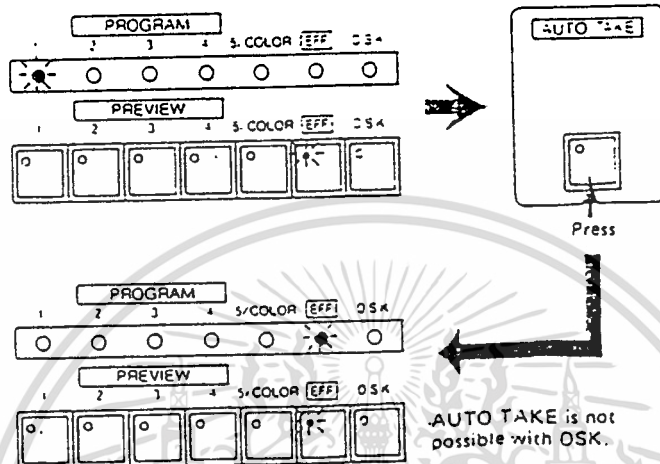


รูปแสดงการทำงานในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Auto Take

กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งของ preview bus line เลือกภาพให้แสดงบนจอ แล้วกดปุ่ม auto take ภาพจะปรากฏออกที่ pgm output และปุ่ม auto take ของกลิ้งก็จะสว่างขึ้น



รูปแสดงวิธีการเลือกภาพ

2. การทำงานของปุ่ม mix

ภาพของ input a และ b สามารถนำมารวมกันได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้ ปุ่ม mix สามารถทำให้เกิดการสลับที่ของภาพ เมื่อภาพของ bus line a ค่อยๆ เลื่อนหายไปขณะที่ภาพของ bus line b จะค่อยๆ ปรากฏขึ้น อาจจะมีเหลี่ยมหรือจางก็ได้สัญญาณจะแสดงผลที่ pgm output โดยการกดปุ่ม auto take (นั่นหมายถึงว่า program eff lcd จะสว่างขึ้น)

- เลื่อนปุ่ม mix/wipe ไปที่ a ต่อไปกดปุ่ม input a และก็กดปุ่มตัวเลือก mode ไว้ที่ mix กดปุ่ม input b แล้วเลื่อนปุ่ม mix/wipe ไว้ที่ b
- ภาพ a และ b bus line จะผสมกลมกลืนเข้าด้วยกันจนกว่าภาพที่แสดงออกมาจะเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิงไปยังภาพของ b bus line

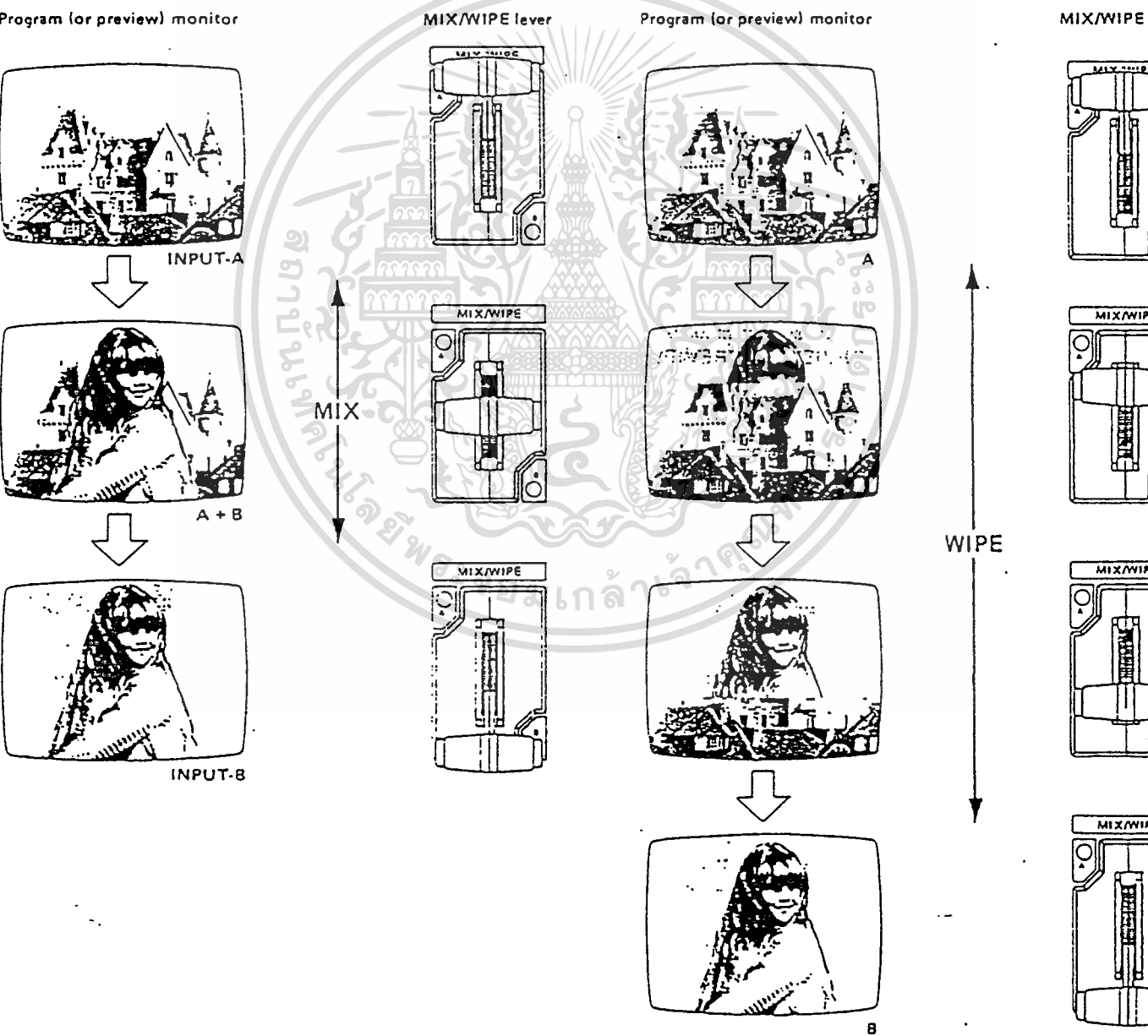
3. การทำงานของปุ่ม wipe

การเปลี่ยนระหว่าง input a และ input b ในเรื่องของภาพ จะเป็นไปได้โดยการละภาพเหล่านั้นตามแนวนอนและแนวตั้ง สัญญาณจะปรากฏที่ pgm output โดยการกดปุ่ม auto take (นั่นหมายถึงปุ่ม program eff led สว่างขึ้น)

- เลื่อนปุ่ม mix/wipe ไปที่ a กดปุ่ม input a bus line กดปุ่ม pattern wipe แล้วกดปุ่ม input b bus line เลื่อนปุ่ม mix หรือ wipe ไปที่ b

- ภาพ input a จะถูกลบออกไปแล้วแทนที่ด้วยภาพของ input b ภาพต่างๆที่ปรากฏจะมีหลากหลายขึ้นอยู่กับ pattern , wipe

- ก่อนที่จะแสดงภาพให้ confirm ภาพเหล่านั้นบน monitor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **รูปแสดงวิธีการเปลี่ยนภาพ** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 หน้าทีรอง

1. ต้นกำเนิดของสี (colour background)

เนื่องด้วยหน้าที่ของต้นกำเนิดของสี , รูปลักษณะสี (solid colour) ที่ถูกใส่ในจอภาพถูกพัฒนาด้วยอิเล็กทรอนิกส์ล้วนๆ โดยไม่ใช่ตัวกลองเลข และสิ่งนี้นำไปใช้ได้ในรูปแบบต่างๆที่ถูกจัดการ โดยเครื่อง KM-1200 ปุ่มสีในห้องควบคุมมีให้เลือก 8 สี Blk (ดำ) B (น้ำเงิน) R (แดง) MG (สีแดงเข้ม) G (สีเขียว) CY (สีน้ำเงินเข้ม) .Y (สีเหลือง) W (สีขาว) ในการเลือก 5 สี จากปุ่ม สีของภาพที่ถูกเลือกจะอยู่ในตำแหน่งที่ 5

หมายเหตุ

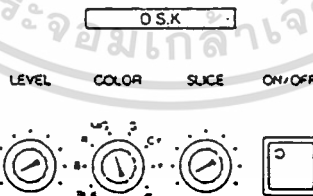
1. สัญญาณ genlock ถูกใช้เป็นตัวกั้นของปุ่ม 5 สี โดยทำหน้าที่พื้นฐานของสีไม่สามารถใช้ได้

รูปแสดงพื้นสีต่างๆ

2. DSK (downstream key) .ในหน้าที่นี้จะถูกแสดงหรือถูกทำกราฟฟิคออกมาโดยยังมี B/W ซึ่งเป็นกลองที่สามารถเพิ่ม EFF และกราฟฟิคสามารถเพิ่มสีโดยหน้าที่ของปุ่มสี

- สำหรับการต่อ DSK สายในใช้สัญญาณ B/W ในตัวกลอง ปรับเปลี่ยนปุ่ม slice สามารถทำให้สีเกิดขึ้นใน dsk preview หรือ preview

- set ปุ่ม dsk ไปที่ on จะทำให้สัญญาณ dsk colour ถูกใส่เข้าไปในสาย PGM

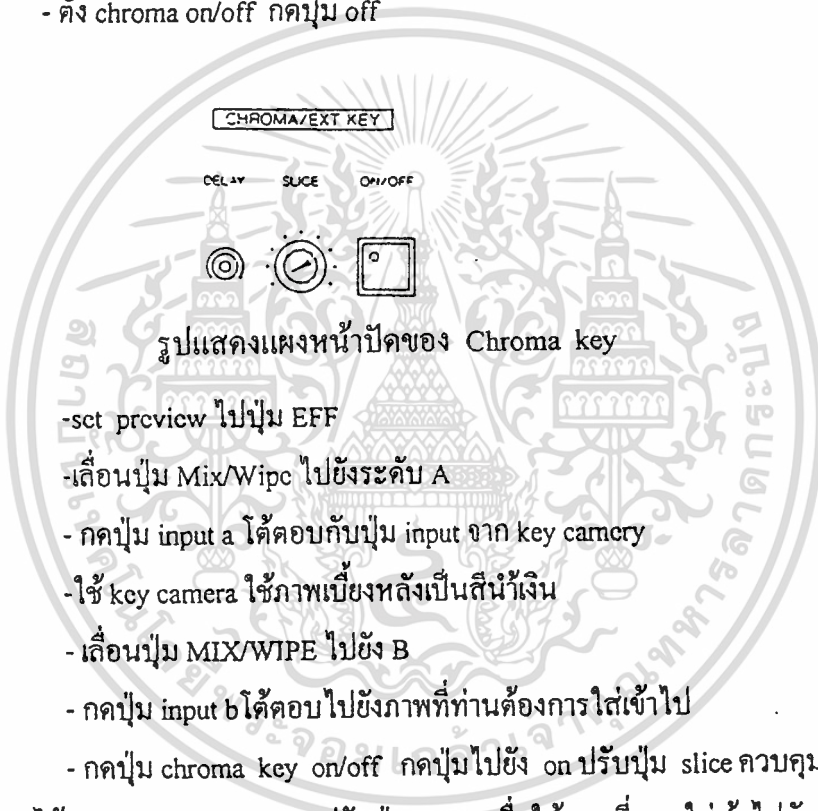


รูปแสดงแผงหน้าปัดของ D.S.K

3. Keying (chroma key/ext key) กล้องปุ่น KM-1200 จะไม่มีสัญลักษณ์ chroma key ดังนั้นต้องใส่ R/G/B ซึ่งเป็นสัญญาณสายเข้า chroma key การ key chroma สามารถทำได้ในลักษณะพื้นฐานสีน้ำเงินเมื่อสัญญาณวิดีโอที่ถูกกระทำโดยกล้อง B/W ที่ต้องเสียบไปเข้ากับ chroma key input b ซึ่งจะทำให้ a และ b นำภาพขึ้นมาโดยใช้สัญลักษณ์สำหรับ chroma key และ EXT การคีย์ไม่สามารถทำได้พร้อมกัน

1) การจัดการ chroma key

- เลือกปุ่น " mix "
- ใช้สัญญาณวิดีโอจากกล้องสีสำหรับการ chroma keying
- ตั้ง chroma on/off กดปุ่น off



รูปแสดงแผงหน้าปัดของ Chroma key

- set preview ไปปุ่น EFF
- เลื่อนปุ่น Mix/Wipe ไปยังระดับ A
- กดปุ่น input a ได้ตอบกับปุ่น input จาก key camera
- ใช้ key camera ใช้ภาพเบื้องหลังเป็นสีน้ำเงิน
- เลื่อนปุ่น MIX/WIPE ไปยัง B
- กดปุ่น input b ได้ตอบ ไปยังภาพที่ท่านต้องการใส่เข้าไป
- กดปุ่น chroma key on/off กดปุ่นไปยัง on ปรับปุ่น slice ควบคุมให้ภาพชัดเจนขึ้นซึ่งจะสังเกตได้จาก preview monitor ปรับปุ่น delay เพื่อให้ภาพที่สอดใส่เข้าไปชัดเจนขึ้น
- เลื่อนปุ่น MIX/WIPE ไปยังระดับ A

Blue background

INPUT-A
(Key camera)

INPUT-B



รูปแสดงการผสมภาพ

- กดปุ่ม Auto take (สัญญาณ EFF เป็นโปรแกรมออกซึ่งในกรณีนี้สัญญาณมาจาก key camera) เลื่อนปุ่ม MIX/WIPE ซ้ำๆ ไปยังระดับ B ส่วนสีน้ำเงินของ key camera จะถูกแทนที่โดยภาพ B bus line

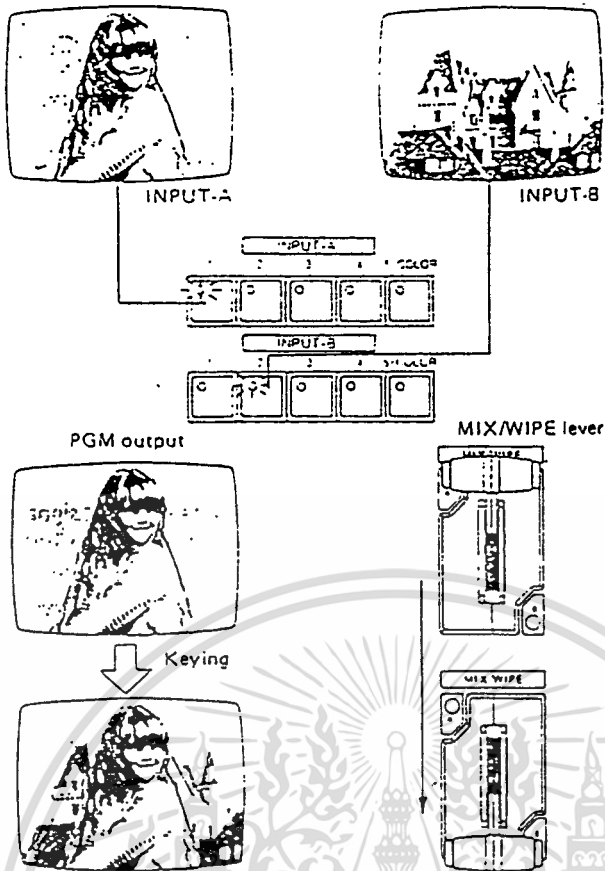
- ใช้ chroma key ต่อเนื่องไปกับขบวนการภายใต้การแทนที่ของกระบวนการ โดย

1. เลื่อนปุ่ม MIX/WIPE ไปยังระดับ B

2. กดปุ่ม Auto take

- เมื่อปุ่มรูปแบบถูกกดแทนที่ Mode ปุ่ม "MIX" เราสามารถวางมันทับอยู่บนสิ่งนั้นซึ่งมีผลเมื่อกดจื๊พกับปุ่มระดับ MIX/WIPE

- โดยการป้อนตัวเลขของปุ่ม input-A และ input-B (เมื่อสัญญาณของ key camera ถูกเลือกสำหรับ B- bus line) ส่วนสีฟ้าของ key camera ยังคงอยู่ขณะที่ภาพ A-busline แทนที่ส่วนนั้นๆ



รูปแสดงวิธีการซ้อนภาพ

หมายเหตุ

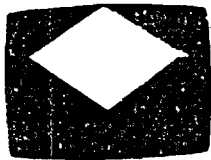
- ส่วนสีฟ้าควรหลีกเลี่ยงๆ กับที่สีฟ้าสามารถ ถูกแทนที่โดยภาพ ได้อย่างดี
- เครื่อง delay potentiometer ไม่ควรอีกแล้ว
- Chroma keying อาจจะ ไม่ชัดเจนจึ้ให้เห็นว่า focus ของ key camera ไม่ถูกต้อง

2) ภายนอกการทำงานของ keying

- ใช้สัญญาณวีดีโอ (สภาพไฟฟ้าบวก) จากกล้องวีดีโอสำหรับการ์ตีย์ภายนอก (ในที่นี้ หมายถึง EXT key camera) ไปยัง chroma key B ในตัวเชื่อม

สำหรับขบวนการการ์ตีย์ของ B/W EXT ของ key camera ภาพเป็นคิ้วหนังสือสีดำ/ บนพื้นสีขาว (สภาพไฟฟ้าลบ) เชื่อมกับสัญญาณกล้อง กับ chroma key R หรือ G ใสในตัวเชื่อม

- SET MODE เลือกปุ่มไป “ MIX “
- SET CHROMA KEY ON/OFF กดปุ่มไปที่ “ OFF “



(Example)
EXT KEY camera

- *SET ปุ่ม PREVIEW BUS-LINE “ EFF “
- *เลื่อน MIX/WIPE เลื่อนไปที่ “ A “
- *กดปุ่ม INPUT - A BUS-LINE ของปุ่มที่ต้องการ



INPUT-A

- *เลื่อน MIX / WIPE ไปที่ระดับ “ B “
- *กดปุ่ม INPUT-B BUSLINE ของภาพที่ต้องการใส่



INPUT-B

*SET CHROMA KEY ON/OFF กดปุ่มไปที่ “ ON “ ปรับปุ่มควบคุม SLICE จนชัดเจน ซึ่ง
ดูภาพได้จาก PREVIEW MONITOR



Preview
monitor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*เลื่อน MIX / WIPE ไปยังระดับ " A "

*กดปุ่มสวิทช์ AUTO TAKE

(สัญญาณ EFF เป็น โปรแกรมออก ซึ่งเป็นกรณีเช่นเดียวกับสัญญาณ A bus line)

* เลื่อนปุ่ม MIX / WIPE ปรับระดับช้า ๆ ไปที่ปุ่ม " B " เพื่อให้ผลการตัดเกิดขึ้น

4.สัญญาณส่ง Title Camera (SPO)

กล่อง Title ที่ใช้เพื่อ SDK หรือ การใส่ EXT ควรจะเชื่อมต่อเข้ากับ

ระบบซิงค์ของ KM-1200 สัญญาณของซิงค์สำหรับกล่องดังกล่าว จะถูกผลิตขึ้น โดย

คอนเนคเตอร์ซิงค์พัลส์เอาท์พุท สัญญาณ HD , VD , SVNC หรือ BL สามารถเลือก

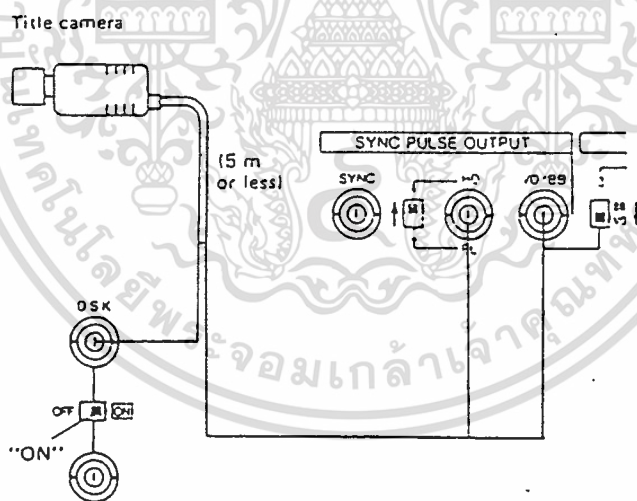
ใช้ได้ตามลักษณะกล่องต่าง ๆ ที่ถูกนำไปใช้ ความยาวของสายเคเบิลระหว่าง KM-

1200 กับกล่องสำหรับตัว DSK ควรจะยาวประมาณ 5 เมตร หรือ 16.5 ฟุต (5 เมตรสำหรับสายเคเบิลที่จะนำมาต่อ และ 5 เมตรสำหรับ

สายเคเบิลของวีดีโอที่จะต่อกลับ ทั้งหมด 10 เมตร หรือ 32.5 ฟุต เมื่อสายเคเบิลยาว

เกินไป ระยะ H อาจจะมีส่วนต่างกันไปเมื่อมอนิเตอร์ที่ย่อยภาพได้รับการสลับ

ระหว่าง DSK กับ EFF

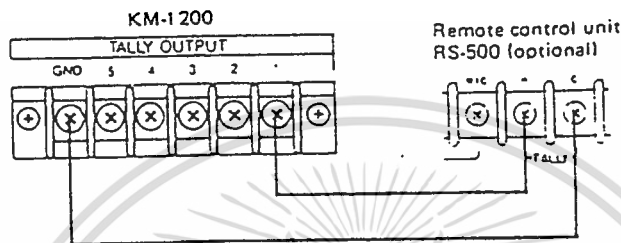


รูปแสดงการต่อใช้งานกับกล่อง Title camera

6. การต่อทอลลี

ในระบบวีดีโอที่ใช้กล้องมากกว่าหนึ่งตัว มันจำเป็นที่จะชี้ลงไปถึงผู้ปฏิบัติการใช้กล้องและ
ตัวผู้แสดงทั้งหลายซึ่งบรรดากล้องที่ว่ากำลังใช้งานอยู่ หน้าที่ที่วอนี้จะแสดงได้ด้วยสัญญาณทอลลี
(การนับ)

- เชื่อมตัวเชื่อมทอลลีไว้ที่แถบด้านหลังกับปุ่มของทอลลีของอุปกรณ์ขึ้นที่ เหลือ (ตัวอย่าง
เช่น RS-500) ดังแสดงในภาพข้างล่าง KM-1200 จะเป็นตัวจ่าย (ไฟ) 5 VDC ให้กับระบบปฏิบัติการนับ
ภายในอัตราส่วนดังนี้โดยต่อเข้ากับอุปกรณ์ขึ้นอื่น ๆ วอลท์ที่ใช้ : 5 VDC , 1mA max



รูปแสดงการต่อใช้งานแบบทอลลี

7. วิธีต่าง ๆ ในการปฏิบัติการ

KM-1200 สามารถใช้ได้กับทั้งสองวิธีการในการเชื่อมต่อทั้งสองแบบดังคำบรรยายข้างล่าง
(เลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งก็ได้)

1.) วิธีแบบ INT

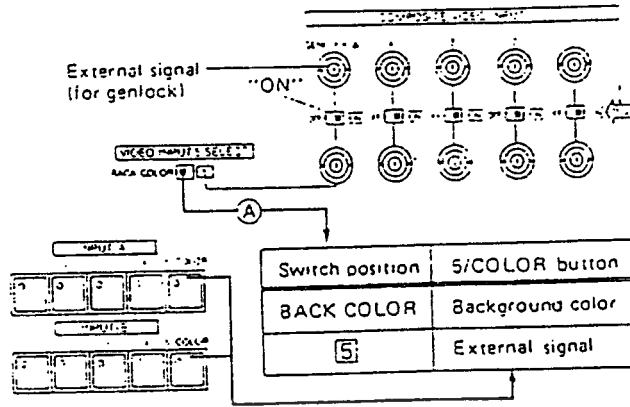
ระบบทั้งหมดทำได้ร่วมกับ SSG ภายในวิธีการปฏิบัติและการเชื่อมโยงในคำแนะนำ การ
ใช้เหล่านี้อธิบายวิธีนี้ไปในตัวแล้ว

2.) วิธีแบบเงินลือก EXT

ทั้งระบบทำขึ้นร่วมกับสัญญาณวีดีโอประกอบส่วนนอก (VBS) หรือสัญญาณซิงค์ดี (BB)

- ดังภาพที่แสดงข้างบน สัญญาณภายนอกที่ถูกเชื่อมเข้ากับเงินลือก หรือคอนเนคเตอร์ 5

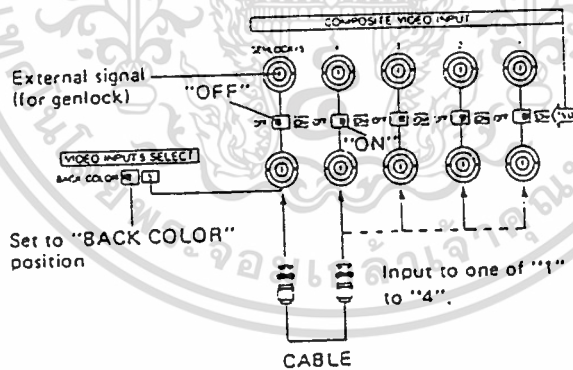
กลายเป็นสัญญาณสู่เงินลือก เมื่อสวิตซ์ A ตั้งอยู่ที่ 5



รูปแสดงการประยุกต์ใช้งานบัสไลน์ที่ 5

สัญญาณภายนอกสามารถใช้เป็นการส่งสัญญาณภาพเข้าภาพที่ 5 สำหรับ แต่ละบัสไลน์ เมื่อสวิทช์ A ตั้งอยู่ที่ "แบล็คคัลเลอร์" สัญญาณภายนอกสามารถใช้เป็นเพียงสัญญาณสุ่มเงาเมื่อเวลาที่หน้าที่ส่วนที่เป็นแบ็คกราวนด์จะเกิดขึ้น สำหรับแต่ละบัสไลน์ (การใช้ในเวลาเดียวกันไม่สามารถทำได้)

- การที่จะใช้สัญญาณสุ่มเงา EXT ในเวลาเดียวกันสำหรับหน้าที่ส่วนที่เป็นแบ็คกราวนด์ให้ใช้ผ่านการเชื่อมโยงคังภาพที่แสดงข้างล่าง

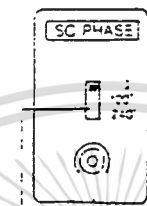


รูปแสดงตำแหน่งการเลือกบัสไลน์ที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการใช้สัญญาณภายนอกเหมือนดังการนำสัญญาณภาพที่ห้าเข้า มันจำเป็นจะต้องปรับระยะ SC โดยปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กดปุ่ม INPUT -A และปุ่มบัสไลน์พรีวิว เพื่อให้สัญญาณตอบโต้กับการนำเข้าสู่สัญญาณจากภายนอก
2. เลื่อนปุ่มมิกซ์ หรือไวปส์ู่ตำแหน่ง A
3. ปรับระยะปุ่ม SC และโพเทนซ์ทีโอมิเตอร์เพื่อว่าสีที่ปรากฏบนจอภาพเล็กจะเหมือน ๆ กัน เมื่อเส้นบัสไลน์พรีวิวถูกสลับสับเปลี่ยนเป็นจังหวะระหว่าง DSK กับการนำเข้าสู่สัญญาณจากภายนอก

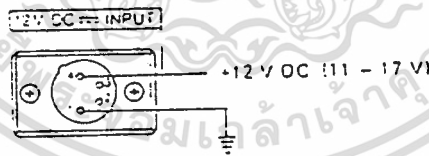


Fine control
Coarse switch

รูปแสดงการปรับ SC Phase

8. การจ่ายพลังงาน DC

KM-1200 ยังสามารถใช้ในการจ่ายพลังงาน DC อีกด้วย โดยการเชื่อม 12 VDC กับตัวเชื่อม XLR 4 - pin ตรงแถบส่วนด้านหลังสัญญาณส่งออกที่ถูกกำหนดอัตราของการจ่ายพลังงาน DC ที่ใช้จะต้องมีพลังงานมากกว่า 1.5 A



รูปแสดงปลั๊กรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ACTION 2.5

- เริ่มต้นการใช้งาน เนื่องจากการใช้โปรแกรม ACTION2.5 ทำงานอยู่ในระบบ Window ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการใช้งานสำหรับผู้ที่เคยใช้โปรแกรม Window มาแล้ว

- ความต้องการการใช้งานของโปรแกรม

1. PC ที่ใช้ควร Processor รุ่น INTEL 286,386 (386SX หรือ 386DX) หรือสูงกว่าซึ่งสามารถทำงานใน Microsoft Window
2. ใช้ Microsoft mouse (หรือ compatible)
3. มี Hard disk
4. มี disk drive อยู่ 1 ไดรฟ์ ขนาด 3.5 “ (1.44 MB) หรือ 5.25 “ (1.25 MB)
5. ใช้ RAM ขนาด 2 MB
6. ใช้การ์ด VGA หรือ Graphics 8514 / A (หรือ VIDEO GRAPHIC แบบ compatible และ Monitor)

7. การ์ดเสียง(ถ้าคุณต้องการในการใช้งาน)
สำหรับอุปกรณ์ที่ดีที่สุดในระบบของคุณควรเป็น

1. PC ที่ใช้ควรเป็น processor รุ่น intel 386SX หรือ 386DX (หรือสูงกว่า)
2. RAM อย่างน้อย 4 MB
3. การ์ดภาพสีขนาด 256
4. การ์ดเสียง
5. เครื่องเล่น CD-ROM
6. การ์ดวีดิโอแบบ NTSC หรือ PAL (สำหรับพิมพ์ภาพวีดิโอ)

- การติดตั้งและเริ่มใช้งาน ACTION!

เพื่อความแน่นอนควรมี install microsoft window 3.0 หรือมากกว่าก่อนมีการ install การ install ควรใช้ program install ที่อยู่ใน disk1 แล้วควร back up แผ่นดิสก์สำหรับ install program

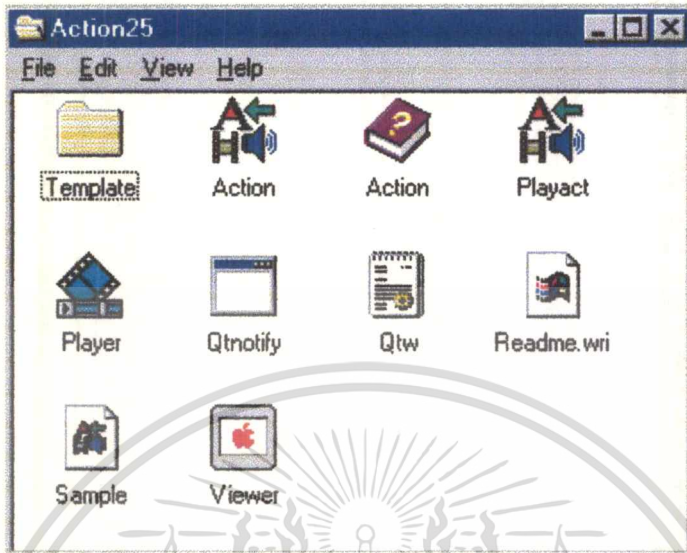
การ INSTALL ACTION!

1. นำ action! Install ลงใน disk ของคุณ
2. เริ่มการทำงานบน windows
3. เลือกการทำงานของ program บน file menu
4. เลือกไดรฟ์ A: Install และกด ENTER
5. พอเสร็จจะพบ โครงสร้างบนจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ: คุณ ไม่สามารถ install Action ! โดยการก๊อปปี้จากไฟล์บนACTION! Disk ลงใน Hard disk ของคุณ ได้โดยตรง

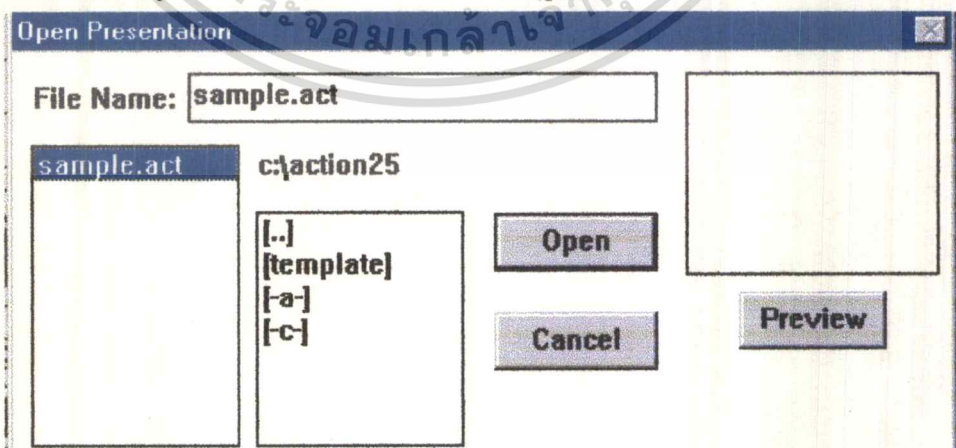
เริ่มต้นการใช้งาน โดยการดับเบิลคลิกที่ไอคอน action application



การเล่นตัวอย่างการใช้งาน

ACTION ที่เรานำเสนอเป็นตัวอย่างถูกนำเสนอในชื่อ SAMPLE.ACT ถูก Install ลงใน SUBDIRECTORY ของ ACTION โดยโปรแกรม Install ทำให้สามารถมองเห็นการนำเสนอเข้ามาในรูปแบบตามตัวอย่างนี้ถูกคิดมาบางส่วนและจะสามารถนำเสนอในสิ่งที่คุณต้องการได้ ตัวอย่างการเล่นนำเสนอ

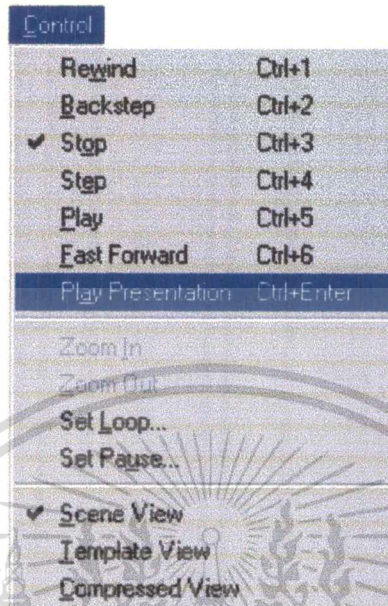
- 1.เปิด ACTION โดย Double click เม้าส์ที่ ACTION Icon
- 2.เลือกจากไฟล์ เมนู โดยเปิดที่ OPEN Presentation Dialog
- 3.เปิด Subdirectory ของ ACTION แล้ว Click ที่ Sample.act ใน file name



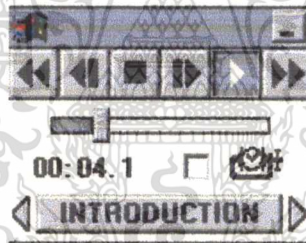
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Click Open จะพบการนำเสนอบนกรอบ Window

5. เลือกเล่นการนำเสนอจาก Control Menu (หรือ กด CTRL+ENTER) สำหรับการแก้ไขโดยตรง คุณสามารถกดปุ่ม play บน Control Panel



เมื่อคุณเลือกเล่นการนำเสนอโดยใช้ menu bar และ สามารถเปิด ACTION! โดยใช้เครื่องมือใน TOOR Palette และ Control panel การเล่นนำเสนอจากจุดเริ่มต้น ไปถึงจุดสิ้นสุด



-หยุดการนำเสนอ โดยกดปุ่ม CTRL+3

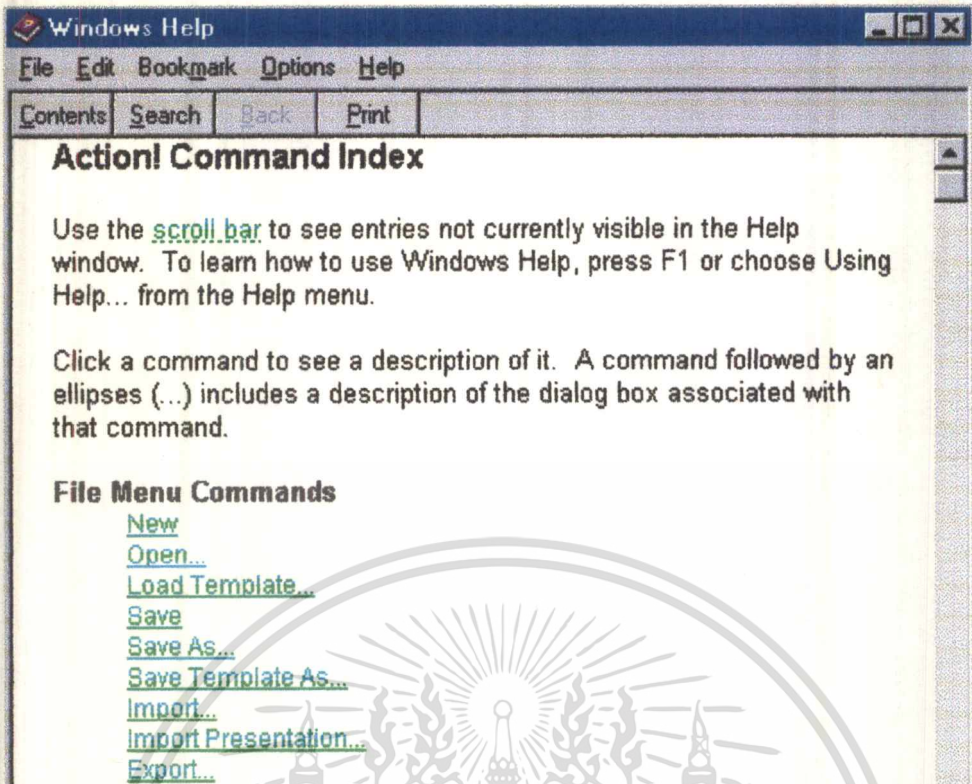
- การใช้ help

เพื่อการใช้งานได้เร็วขึ้นเราสามารถช่วยระบบความช่วยเหลือ (help system) คุณสามารถจะพบ help ได้ 2 ทาง

1. กด Shift+F1 จะพบ cursor help เมื่อ เลือกแล้วข้อมูลของ ACTION จะปรากฏบนจอภาพ โดยมีการใช้งานย่อๆของข้อมูลนั้น

2. กด F1 หรือ เลือกข้อมูลจาก help menu (หรือกด ALT+H,C) เมื่อเลือกแล้วข้อมูลที่คุณต้องการจาก ACTION! จะปรากฏเป็นครรชนีของข้อมูลปรากฏขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อคุณเรียนรู้การใช้ ACTION! แล้วคุณจะใช้งานโปรแกรมพร้อมกับคู่มือ help ประกอบด้วย
-การออกจาก ACTION!

เมื่อคุณต้องการออกจากโปรแกรมเมื่องานสุดท้ายเสร็จ ACTION! จะปรากฏให้คุณเห็นว่าคุณ
ต้องการ SAVE สิ่งที่คุณนำเสนอหรือไม่

การออกจาก ACTION! คุณเลือก EXIT ได้จาก file menu (หรือกด Alt+F,X) ACTION! จะ
ปิดและกลับเข้าสู่ในโปรแกรม manager ภาพใน Windows ของคุณ

ACTION! ถูกออกแบบให้ง่ายสำหรับการเรียนรู้สามารถเข้าใจการใช้งานย่อยๆ โดย help จะทำ
ให้คุณใช้มัน ได้ดีขึ้น

- SCEAN AND OBJECTS

การนำเสนอ ACTION! ทำขึ้นเป็น scenes ซึ่งชอบใช้การเลื่อนสิ่งที่น่าสนใจๆ และ
รวมรูปทรงต่างๆเข้าหากันได้ แต่ละscenes จะบรรจุข้อมูลการทำ (เช่นตัวอักษร,รูปภาพและเสียง)
สามารถวาดลงไปโดยใช้เครื่องมือใน Tool Paletted หรือ นำจากที่ทำแล้วเข้ามาใช้ก็ได้



เครื่องมือที่สำคัญที่สุดบน Tool Palette คือ pointer, text tool, circle และ polygons ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมการวาดภาพ

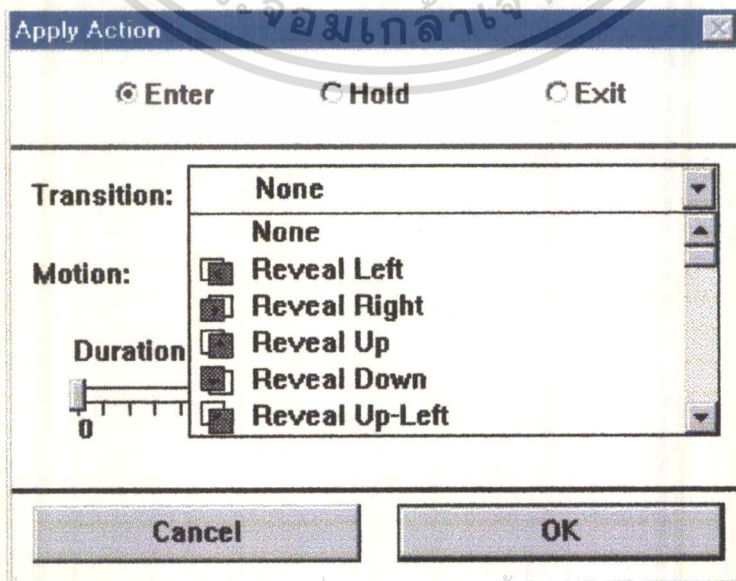
-CHART

การใช้เครื่อง chart บน tool palette ทำ chart ขนาดใหญ่ได้ใน ACTION! มันง่ายสำหรับกำหนดข้อมูลได้โดยตรง หรือ จะวางข้อมูลจากที่อื่นเข้ามาได้ และสามารถกำหนดข้อมูลตามรูปแบบที่คุณต้องการ



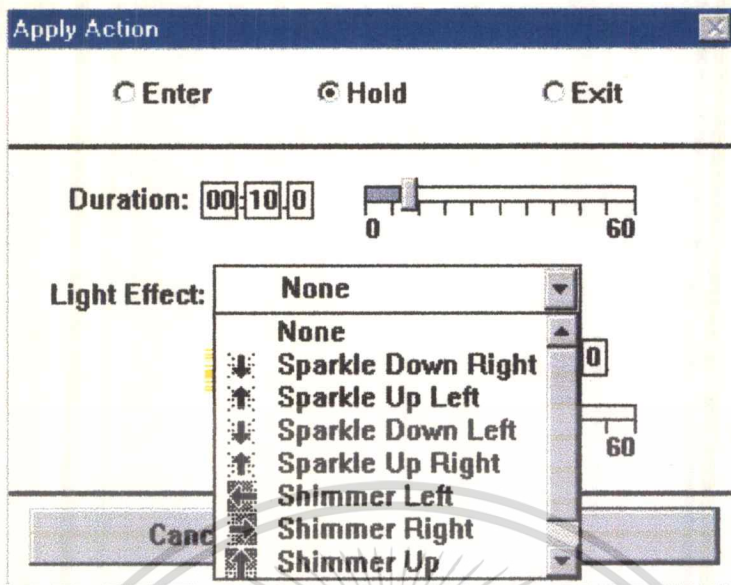
- การเคลื่อนไหว

เราจะทำให้ภาพเคลื่อนไหวได้โดยใช้เครื่องมือที่ tool palette ซึ่งจะทำให้ภาพเคลื่อนไหวที่สามารถทำการเน้นแสงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการสร้างจุดเน้นด้วยแสงทำได้โดยการเลือกคำสั่ง Hold



-เสียง

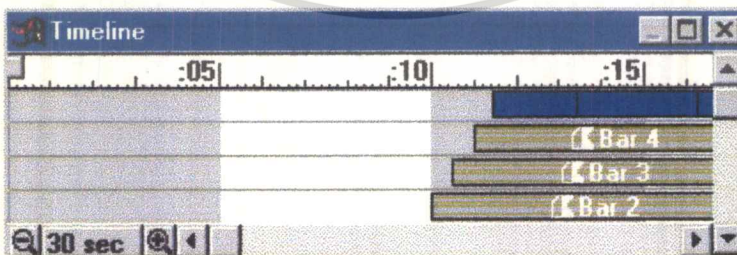
การใช้เครื่องมือทางเสียงคุณสามารถประยุกต์ใช้เสียงของทุก object ในการนำเสนอของคุณ ดังนั้นคุณสามารถใช้เสียงร่วมกับ object บนจอภาพโดยสามารถใส่เสียงเข้าไปโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมสามารถใช้เสียงเป็น background สำหรับ scene ได้

-Interactive

Action ของคุณสามารถเสนอการสลับฉาก สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของการนำเสนอโดยคลิกปุ่มบนจอภาพ การใช้ link tool บน tool palette คุณสามารถนำ object กลับมาใหม่โดยคลิกปุ่ม

-Time line

Object ที่คุณสร้างขึ้นมาใน scene แสดงให้เห็นในการนำเสนอและใน time line จะแสดงให้เห็นส่วนของ object ทั้งหมดที่อยู่ใน scene เป็นการกำหนดช่วงเวลาการเคลื่อนที่หรือการทำงานของแต่ละ object ซึ่งใช้เวลาในการเคลื่อนที่แตกต่างกันตามต้องการ



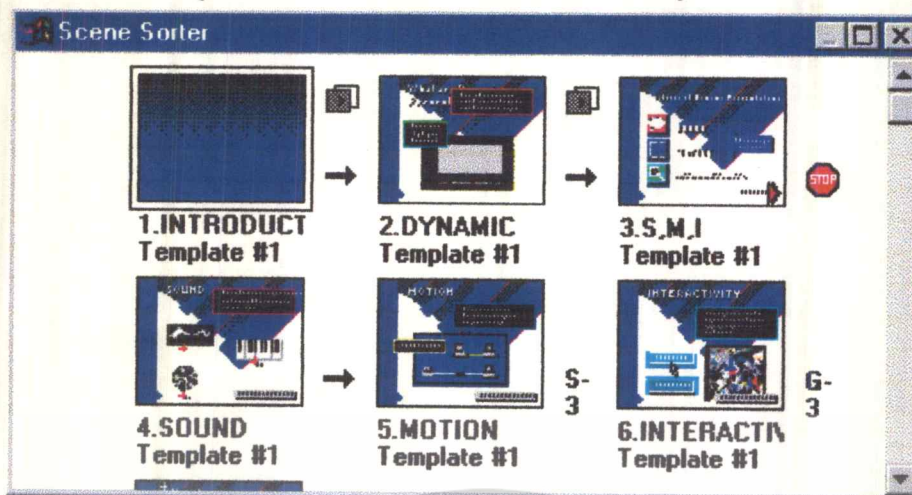
ที่ปุ่ม play back head ที่ Time line คุณสามารถกำหนดเวลาของการเคลื่อนที่ในแต่ละ scene โดยคุณเคลื่อน play back head object ก็จะเคลื่อนที่ตาม scene time ที่กำหนดไว้

-Content list และ Scene sorter

Content list เลือกจากเมนูวินโดว์จะแสดงทุก scene ในการนำเสนอของคุณทั้งหมดลงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

scene เดียวซึ่งใช้สำหรับรูปภาพที่ยังไม่มีการนำเสนอและรวบรวม object ใน scene



การสร้าง object

การสร้าง object ด้วย tool palette โดยคุณสามารถสร้าง object ที่เป็นข้อความและสร้างรูปทรงด้วยรูปทรงเรขาคณิตแบบ ซึ่งประกอบด้วย รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงสี่เหลี่ยมตัดมุม เส้นตรง รูปทรงหลายเหลี่ยม รูปวงรีและเส้นโค้ง tool palette ยังประกอบด้วยส่วนที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนสี รูปแบบ ขนาดของเส้นและสำหรับการประยุกต์ใช้งานทางด้านเสียงอีกทั้งใช้เชื่อมโยงระหว่าง object โดยคุณสามารถนำมาใช้แก้ไขและเพิ่มเติมได้ภายใน scene รวมทั้งงานในรูปแบบ template



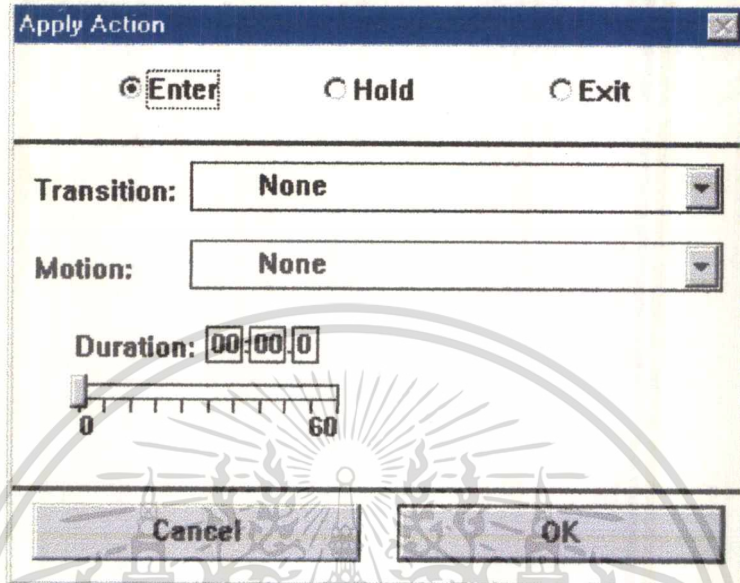
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน Action

การทำให้ object เคลื่อนที่

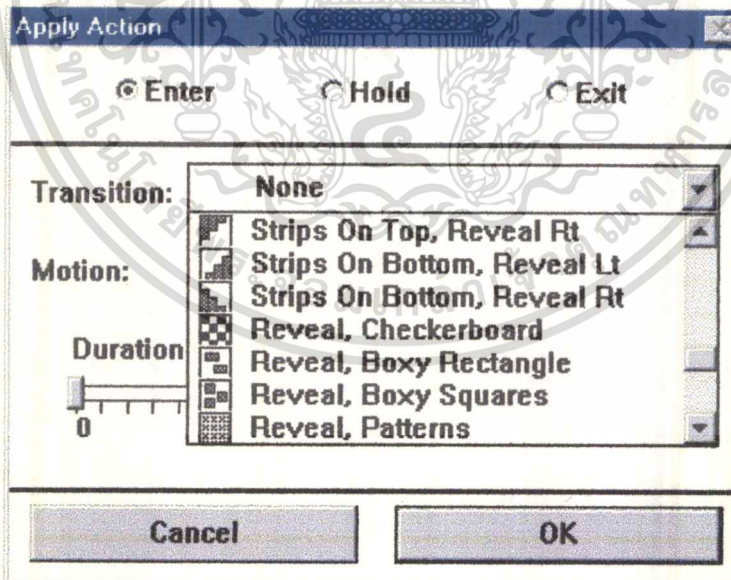
1.คลิกที่ปุ่ม action ที่ tool palette

เมื่อคุณต้องการสั่งให้เคลื่อนที่ในจอวินโดว์ โดยคุณต้องใช้เมาส์คลิกที่ตัว object

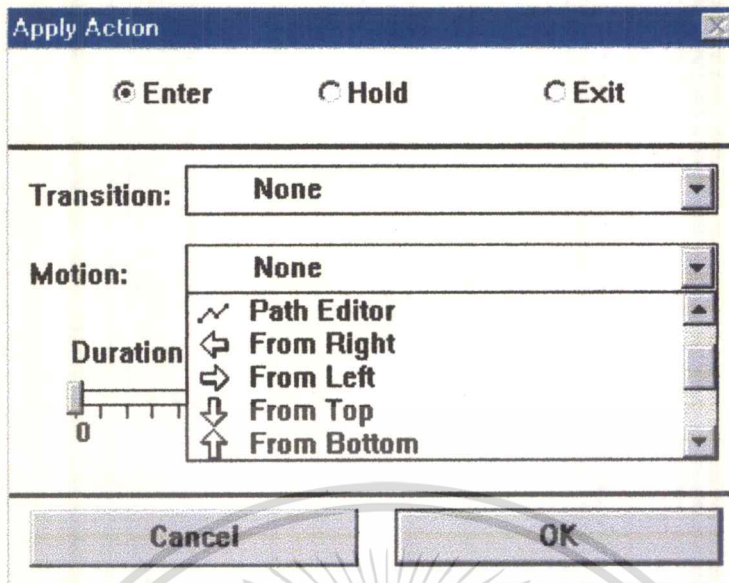


2. ประยุกต์การเข้าและออกของ object โคนใช้คำสั่ง transition

3. ทำการเลือกรูปแบบของคำสั่ง transition ที่คุณต้องการ

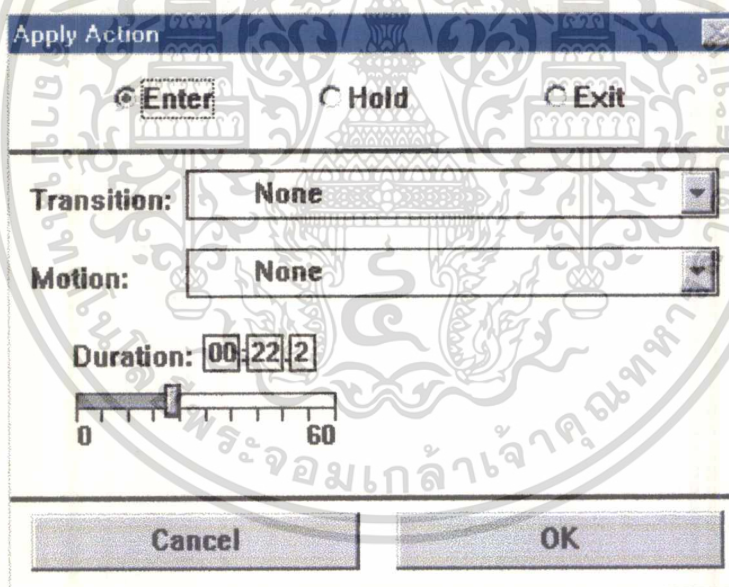


การประยุกต์ใช้งานคำสั่ง motion



การกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการหมุน

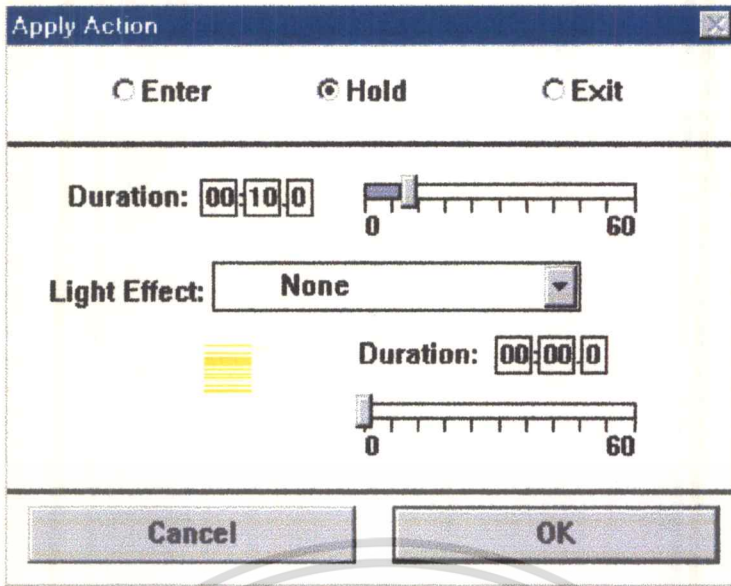
คุณสามารถกำหนดเวลาโดยการคลิกที่บล็อกของหน่วยเวลา ซึ่งสามารถกำหนดได้ให้เป็นนาฬิกาและ วินาที วิธีการกำหนดทำได้โดยเลื่อนสไลด์หรือคลิกเลือกค่าที่บล็อก



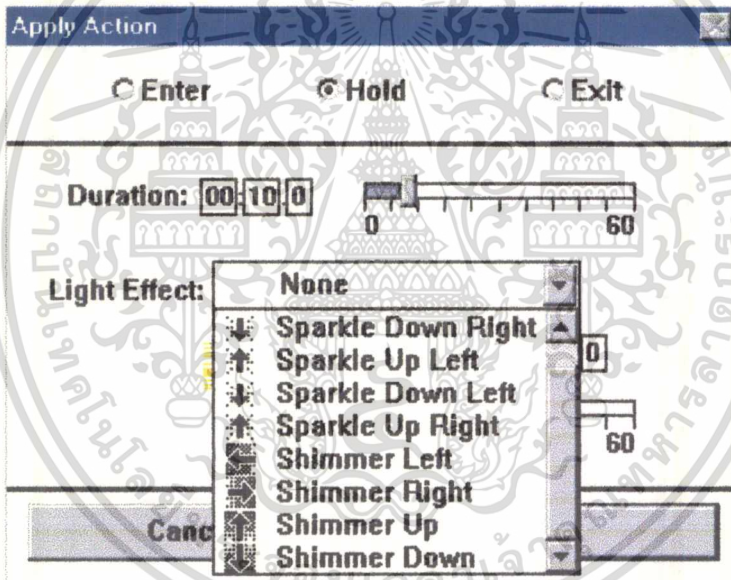
การประยุกต์ใช้งาน Light effect

1. คลิกปุ่ม action ที่ tool palette
2. คลิก object ที่ต้องการ
3. แล้วทำการคลิกที่ปุ่ม Hold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

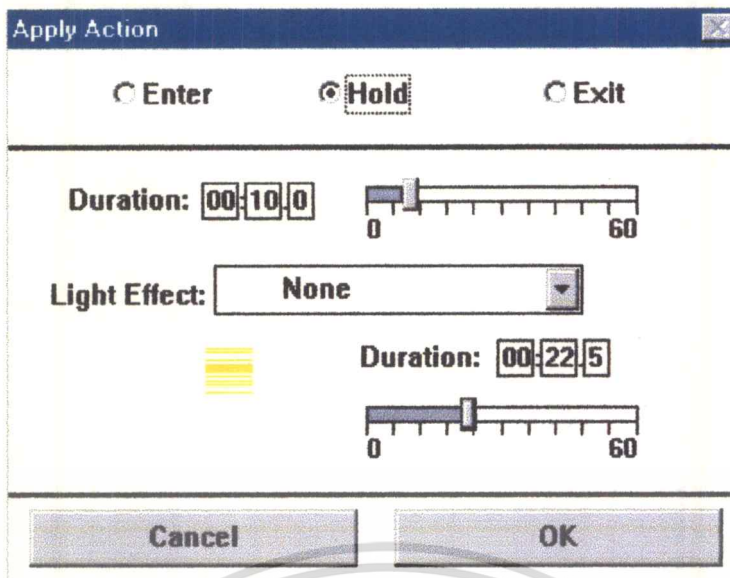


4. ทำการเลือกรูปแบบของคำสั่ง Hold



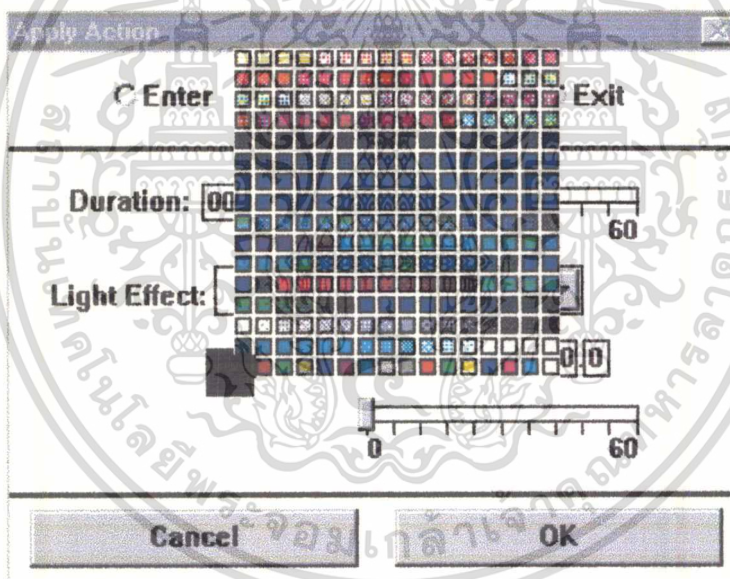
5. กำหนดค่าเวลาหน่วงในการทำ Light effect

สามารถทำได้โดยการกำหนดที่สไลด์หรือบอลล็อกที่บอกค่าเวลา



6. การเลือกสีของ Light effect

ทำการคลิกที่ปุ่มสีเพื่อทำการเปิด color palette แล้วทำการ drag ไปสีที่ต้องการ



การใช้โปรแกรมกับงานสตูดิโอ

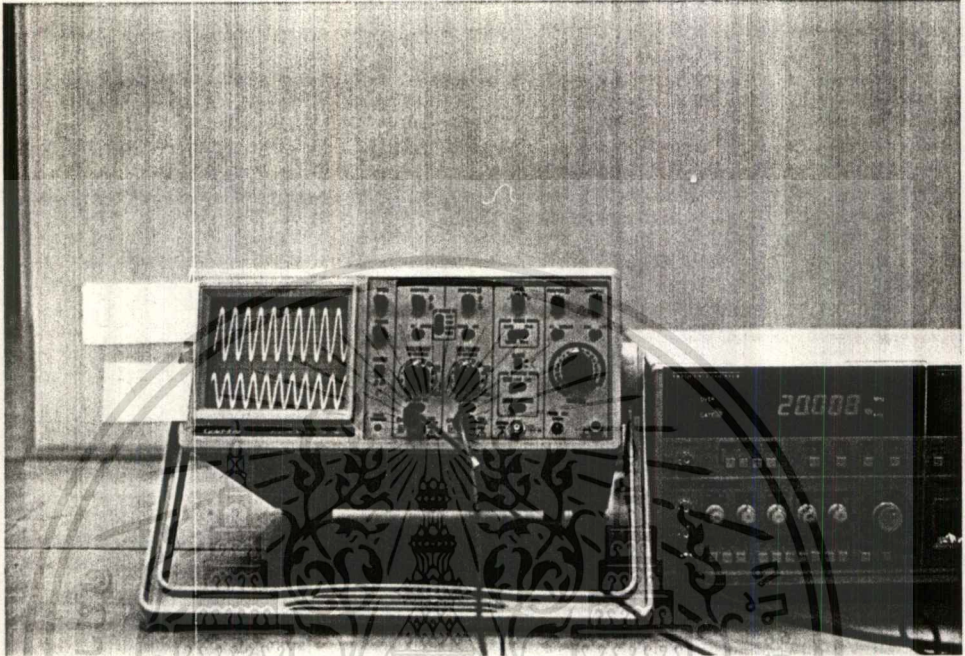
เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้งานจะต้องใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีการแสดงผลเป็นแบบคอมพิวเตอร์จึงต้องมีฮาร์ดแวร์ที่เปลี่ยนการแสดงผลให้เป็นแบบระบบจอทีวีซึ่งจะมีซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการใช้งานโดยมีชื่อไฟล์ OVERLAY.EXE และถ้าต้องเลิกใช้งานก็ให้ใช้โปรแกรมก็ให้พิมพ์คำว่า AVERPRO



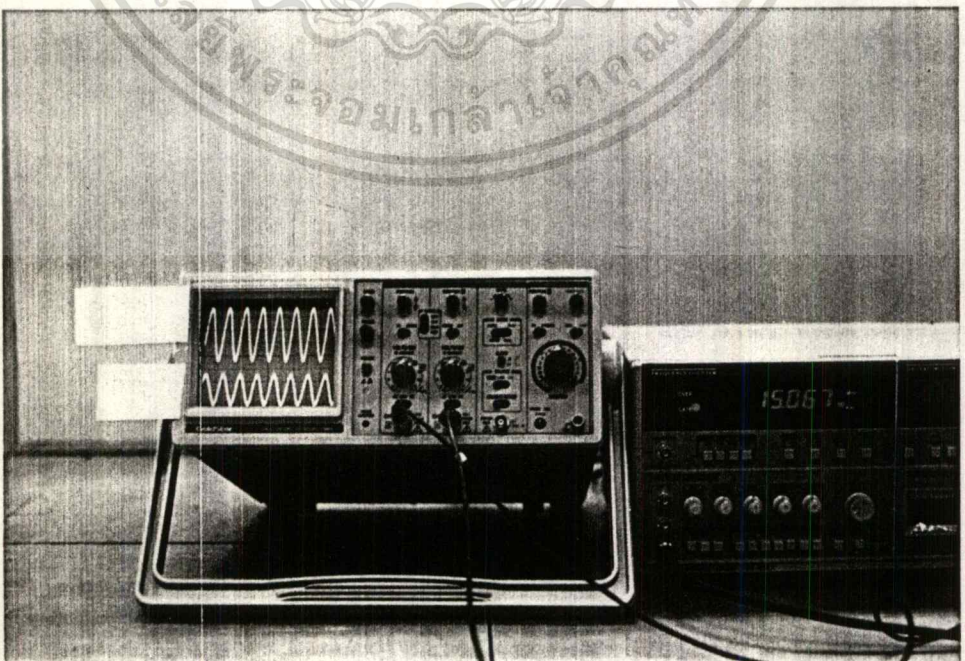
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 20 KHz 0.5V/ DIV 50 microsec จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

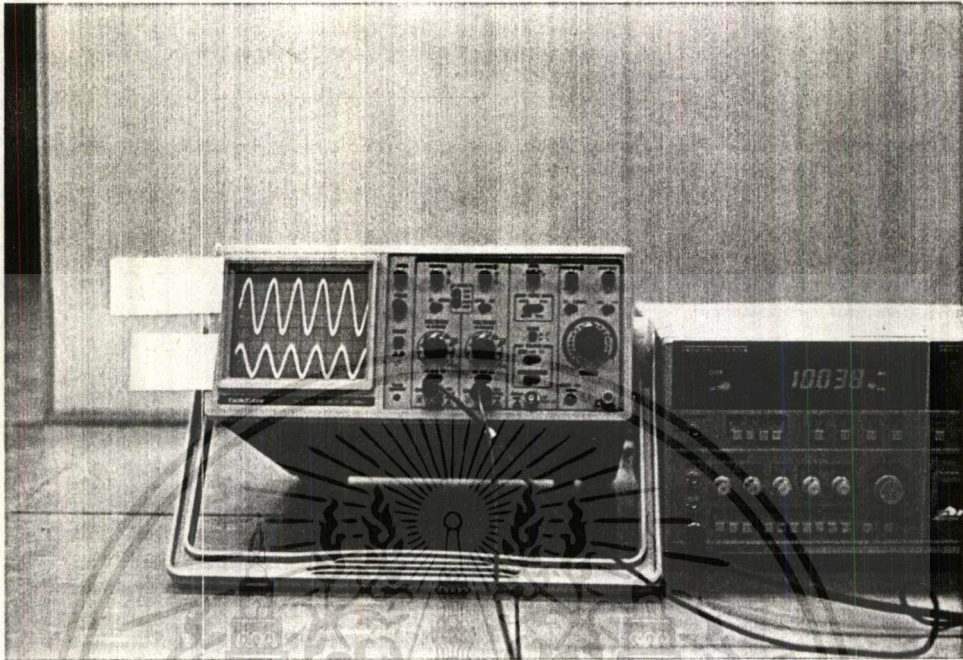


2. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 15 KHz 0.5 V/ DIV 50 microsec จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

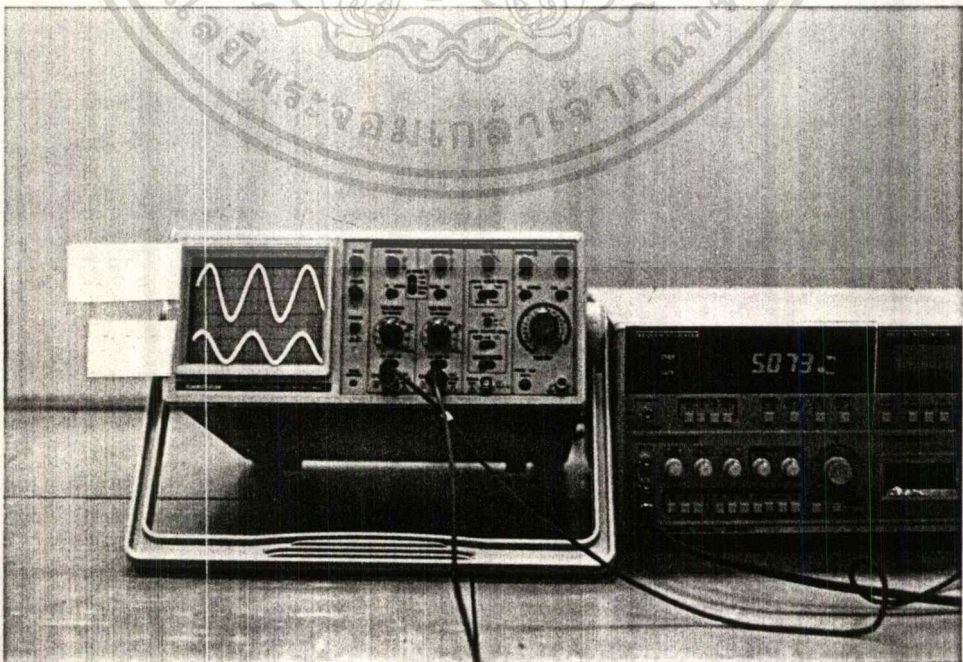


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 10 KHz 0.5 V/ DIV 50 microsec จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

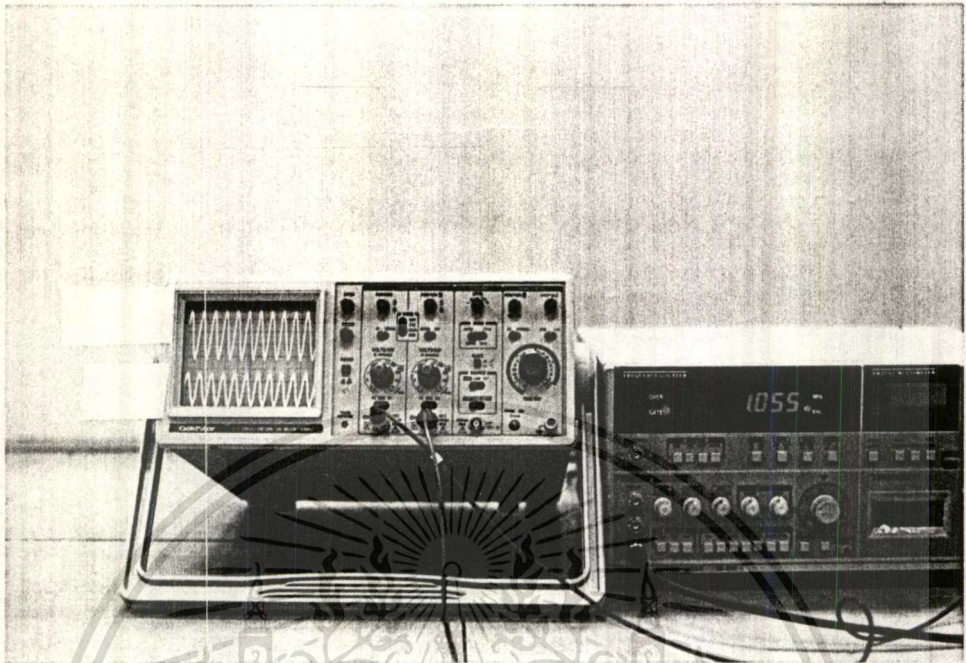


4. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 5 KHz 0.5 V/ DIV 50 microsec จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

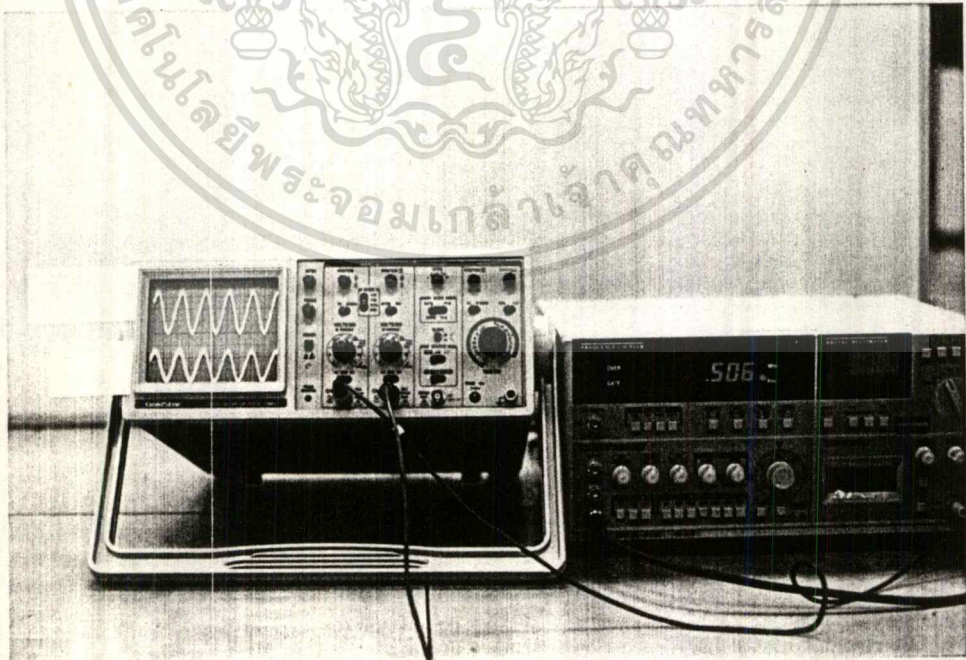


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 1 KHz 0.5 V/DIV 1 ms จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

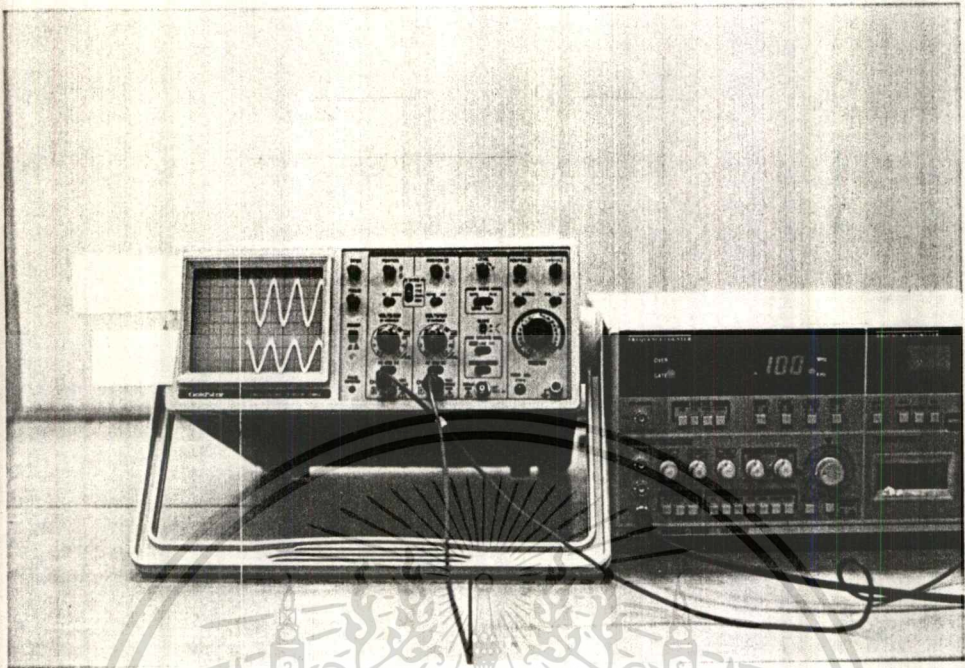


6. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 500 hz 0.5 V/DIV 1 ms จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

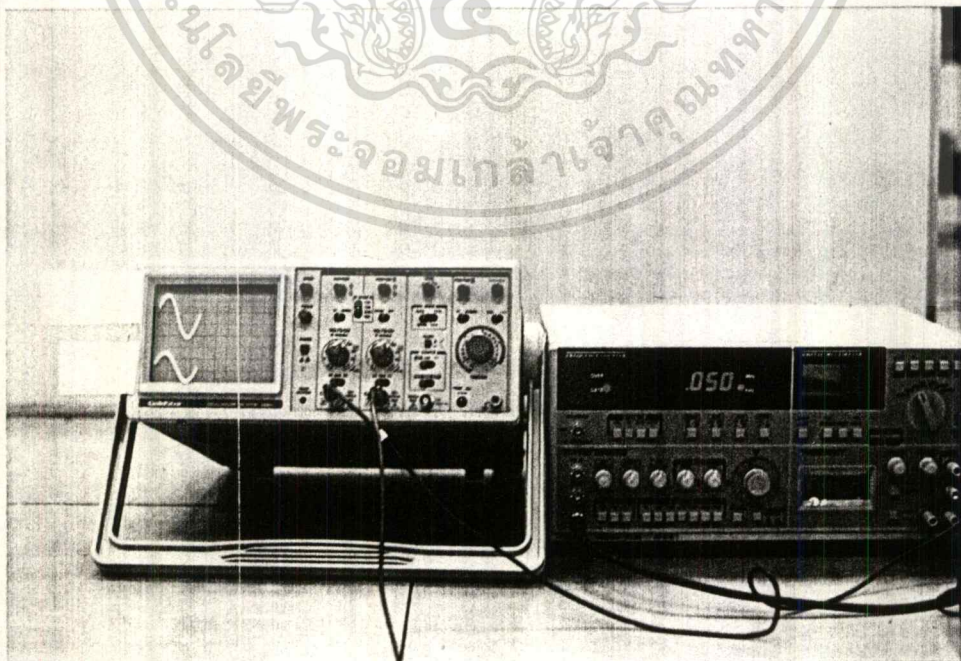


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 100 hz 0.5 V/DIV 5 ms จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

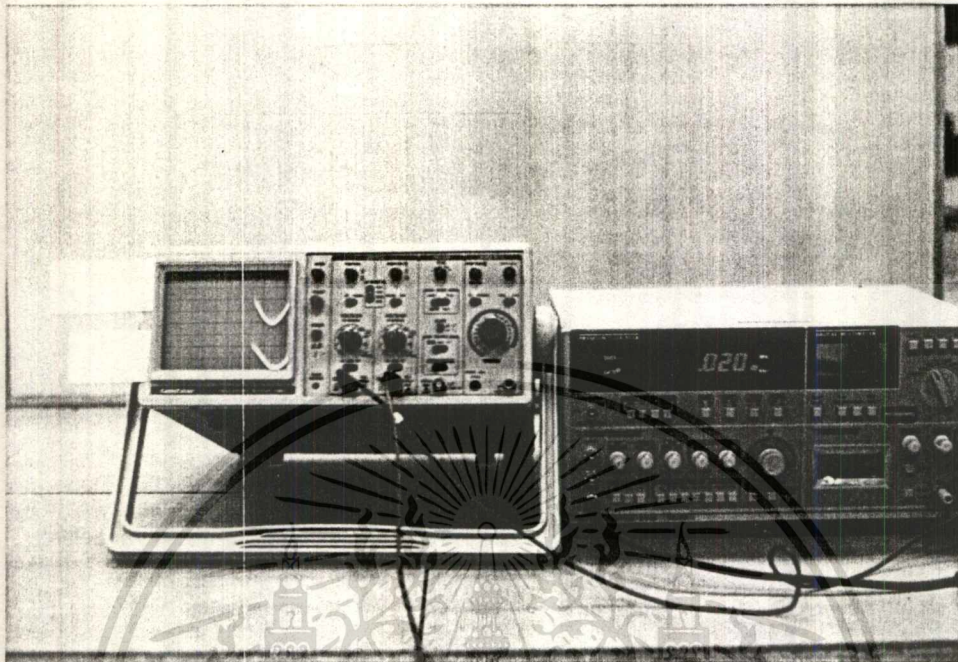


8. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 50 hz 0.5 V/DIV 5 ms จะ ได้รูปคลื่นดังนี้

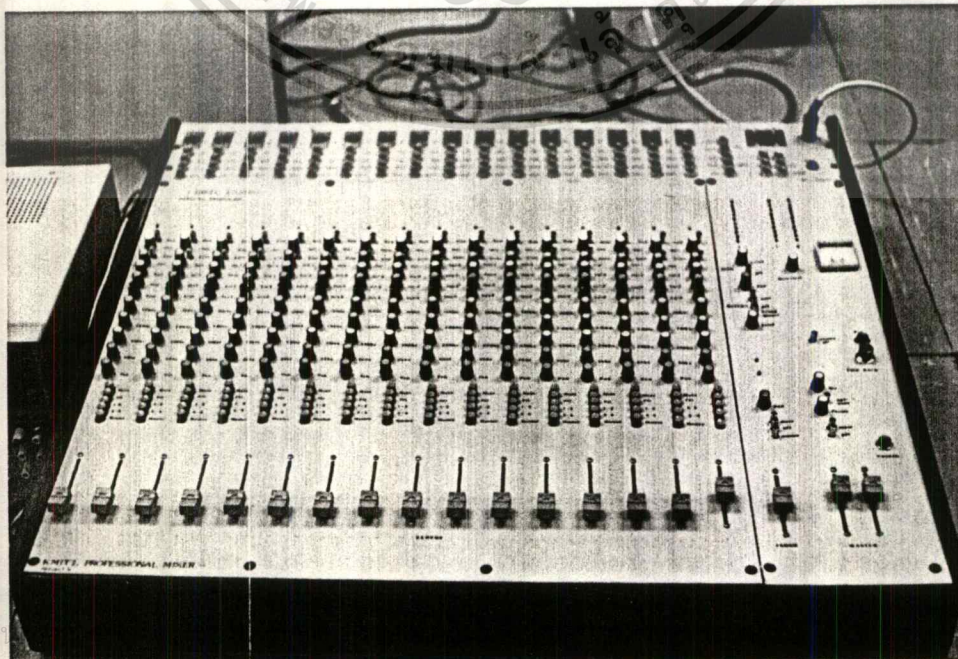


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อทำการทดลองป้อนความถี่ที่ 20 hz 0.5 V/DIV 10 ms จะได้รูปคลื่นดังนี้



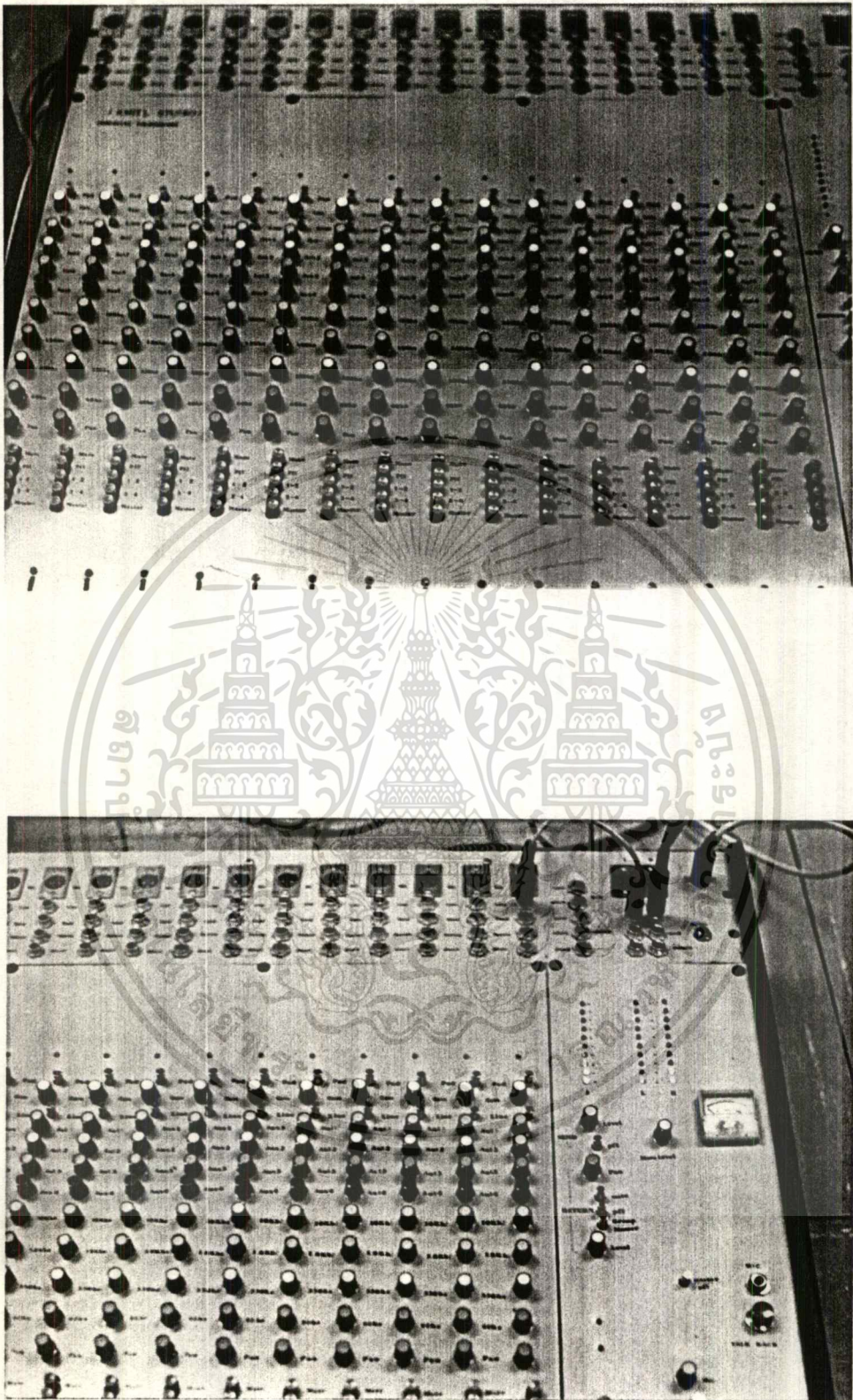
10. รูปของเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น



เอกสารนี้เป็น

มีต้นการค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป และ วิจารณ์ผลการทดลอง

โครงการงานชิ้นนี้ ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาการทำงานของเครื่องตัดต่อด้านภาพ(SWITCHER)และ การใช้งานโปรแกรม ACTION 2.5 ซึ่งโครงการงานชิ้นนี้จะเป็นเหมือนคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งสองอย่างนี้ รวมทั้งขณะที่ผู้จัดทำยังศึกษาอยู่ผู้จัดทำพบว่า ห้องสตูดิโอที่ทำอยู่นั้นยังขาดอุปกรณ์ ด้านเสียง ผู้จัดทำจึงได้ทำอุปกรณ์ตัดต่อด้านเสียง (MIXER) ขึ้นมา 1 เครื่อง ซึ่งมีอินพุทใช้งาน 16 ช่องซึ่งผู้จัดทำคิดว่าเพียงพอแก่การใช้งานภายในห้องสตูดิโอซึ่งจากการทดลองใช้งานก็อยู่ในส่วนที่ ใช้งานได้ดีซึ่งคู่มือได้จากผลการทดลองที่มีอยู่ในหนังสือ โครงการงานเล่มนี้ และ ผู้ใช้งานก็สามารถอ่าน วิธีการใช้งานของอุปกรณ์ MIXER ได้ภายในโครงการงานเล่มนี้เช่นกัน และผู้จัดทำคิดว่า MIXER ตัว นี้คงทำประโยชน์ในการ ใช้งานของห้องสตูดิโอนี้ได้เป็นอย่างดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

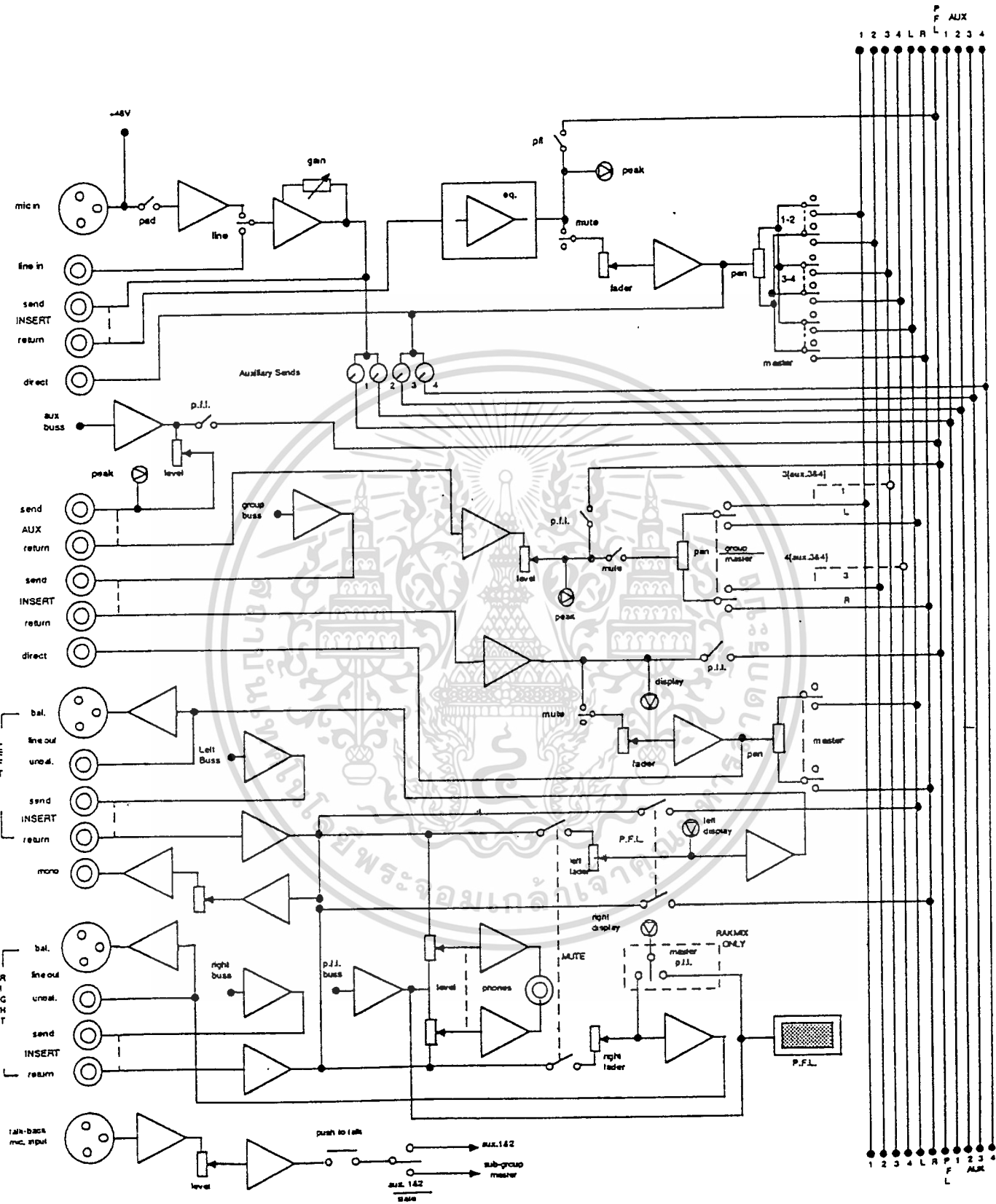
1. หนังสือระบบเสียง และการมิกส์เสียงของ เจน สงสมพันธ์
จัดพิมพ์โดย สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพ พิมพ์ครั้งแรก มีนาคม 2536
2. หนังสือคู่มือ SOUNDMIX / RAKMIX OWNERS MANUAL ของบริษัท HILL AUDIO
3. หนังสือคู่มือ COLOR SPECIAL EFFECTS GENERATOR MODEL KM-1200EG
(JVC) ของ MANUFACTURED BY VICTOR COMPANY OF JAPAN LIMITED
4. หนังสือออปแอมป์ของ อ.นรินทร์ เนาวทิพย์
จัดพิมพ์โดย โครงการตำราเรียน PHYSICS CENTER
5. หนังสือคู่มือโปรแกรม ACTION! SPECIAL EDITION USER GIDE ของบริษัท
MACROMEDIA,INC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



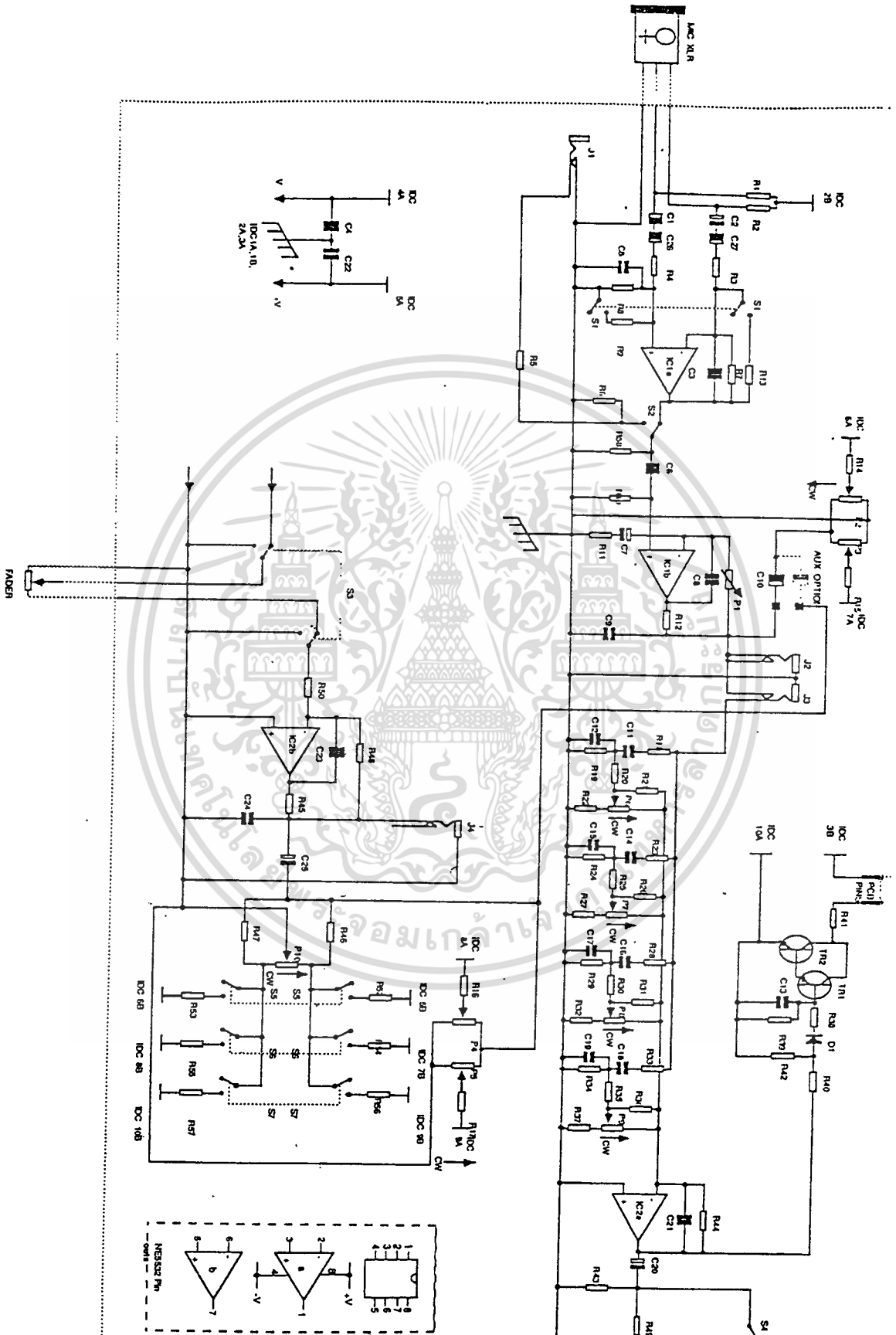
ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



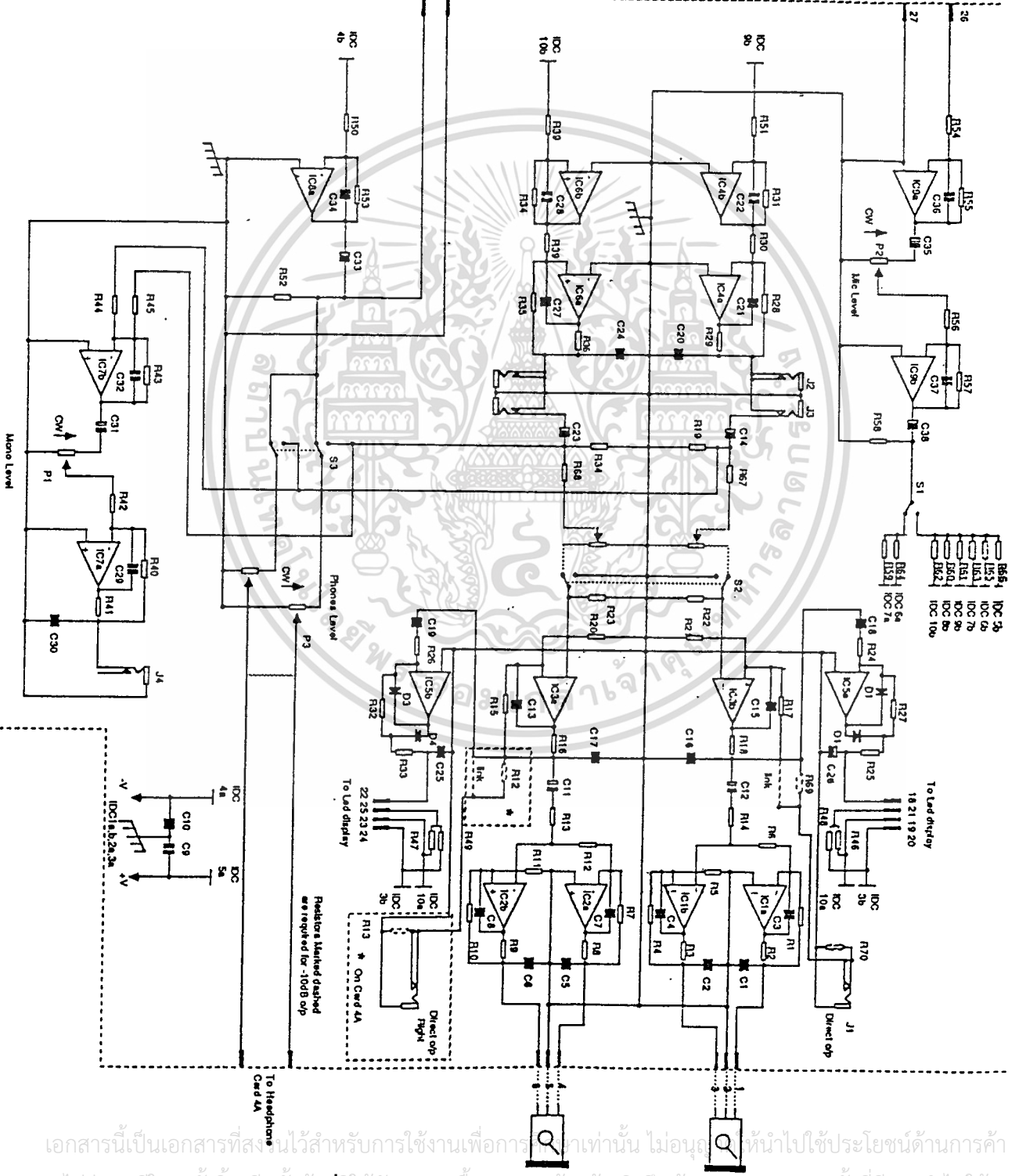
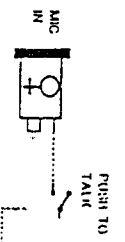
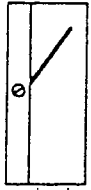
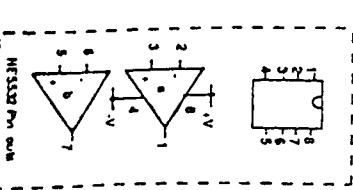
รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรม Sound mix/Rakmix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

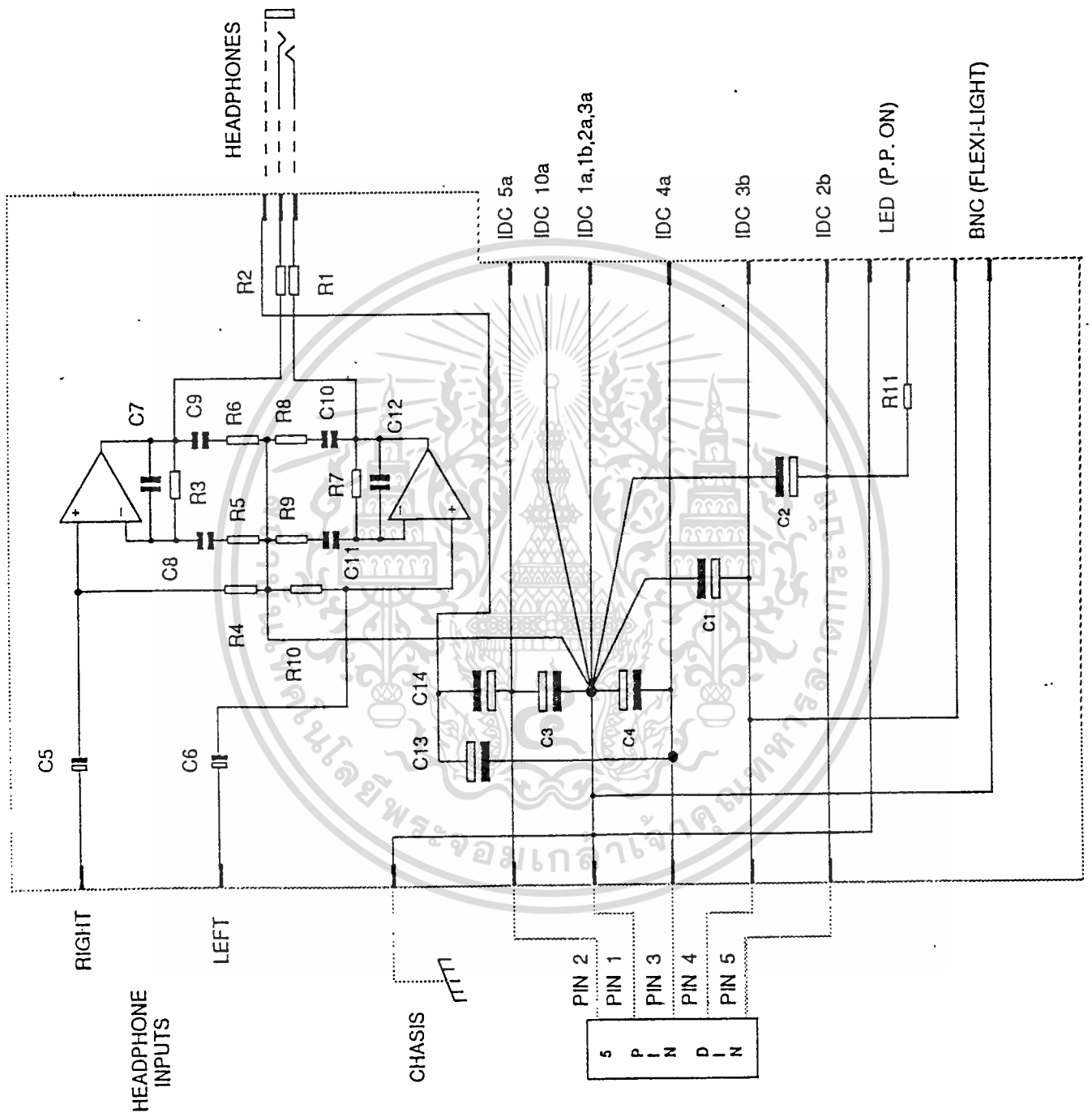


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 แสดงวงจร Sound mix/Rakmix Input Card-(1A)



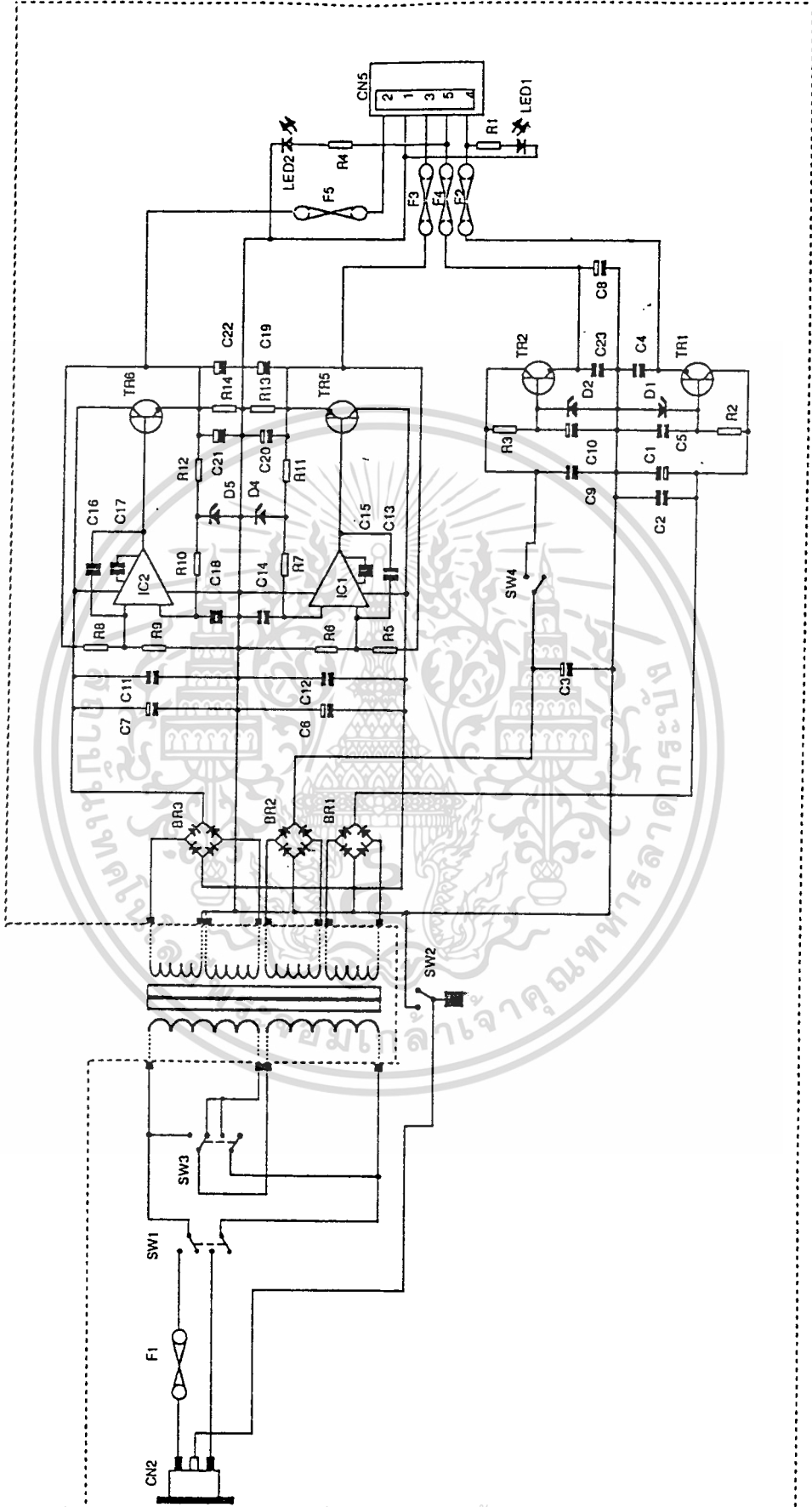
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังไม่ได้ดองแปลงเป็นรูป และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
รูปที่ 4 แสดงวงจร Soundmix/Rakmix Master Card-3A



รูปที่ 5 แสดงวงจร Soundmix/Rakmix Phones Card (4A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PS1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การวิจัยหรือการค้นคว้าที่ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **รูปที่ 6 แสดงวงจร Soundmix/Rakmix Power Supply (PS1)**



ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของการ์ดอินพุท

R1 = 6k8	R16 = 51 k	R31 = 15k	R46 = 10k
R2 = 6k8	R17 = 51 k	R32 = 100Ω	R47 = 10k
R3 = 560 Ω	R18 = 5k6	R33 = 5k6	R48 = 39k
R4 = 560 Ω	R19 = 6k8	R34 = 5k6	R49 = 5k6
R5 = 10 k	R20 = 6k8	R35 = 6k8	R50 = 10k
R6 = 2k2	R21 = 15k	R36 = 15k	R51 = 51k
R7 = 5k6	R22 = 100 Ω	R37 = 100Ω	R52 = 22k
R8 = 5k6	R23 = 5k6	R38 = 4k7	R53 = 22k
R9 = 560 Ω	R24 = 5k6	R39 = 1M	R54 = 22k
R10 = 100 k	R25 = 6k8	R40 = 56k	R55 = 22k
R11 = 560 Ω	R26 = 15k	R41 = 560Ω	R56 = 22k
R12 = 47 Ω	R27 = 100Ω	R42 = 150k	R57 = 22k
R13 = 560 Ω	R28 = 6k8	R43 = 51k	R58 = 2k2
R14 = 51 k	R29 = 6k8	R44 = 75k	
R15 = 51 k	R30 = 6k8	R45 = 47Ω	
C1 = 100μF	C8 = 10pF	C15 = 22nf	C22 = 10nF
C2 = 100μF	C9 = 100pF	C16 = 0.1μF	C23 = 22pF
C3 = 180pF	C10 = 10μF	C17 = 0.1μF	C24 = 100pF
C4 = 10 nF	C11 = 4.7nF	C18 = 10μF	C25 = 22μF
C5 = 180pF	C12 = 1nF	C19 = 0.47μF	C26 = 100μF
C6 = 0.33μF	C13 = 0.33μF	C20 = 22μF	C27 = 100μF
C7 = 100μF	C14 = 22nF	C21 = 22pF	
IC1+ 2 = NE5532	TR1 + 2 = 2 N3708	D1 = 1N4148	
P1 - 9 = 47k LOGB	P10 = 10k LIN A		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของการ์ด SUBGROUP

R1 = 56k	R13 = 51 k	R25 = 75k	R37 = 30k
R2 = 150k	R14 = 150k	R26 = 560Ω	R38 = 10k
R3 = 4k7	R15 = 51k	R27 = 27Ω	R39 = 47Ω
R4 = 560Ω	R16 = 10k	R28 = 47Ω	R40 = 10k
R5 = 27Ω	R17 = 10k	R29 = 10k	R41 = 10k
R6 = 51k	R18 = 22k	R30 = 10k	R42 = 51k
R7 = 51k	R19 = 22k	R31 = 4k7	R43 = 5k6
R8 = 47Ω	R20 = 22k	R32 = 20k	R44 = 51k
R9 = 51k	R21 = 22k	R33 = 3k9	R45 = 22k
R10 = 10k	R22 = 56k	R34 = 150k	R46 = 22k
R11 = 51k	R23 = 150k	R35 = 150k	R47 = 1m
R12 = 10k	R24 = 4k7	R36 = 10k	R48 = 1m
			R49 = 1k
			R50 = 240Ω
C1 = 0.33μF	C7 = 22μF	C13 = 100pF	C19 = 22μF
C2 = 22pF	C8 = 100pF	C14 = 22pF	C20 = 22pF
C3 = 22μF	C9 = 10pF	C15 = 22μF	C21 = 0.22μF
C4 = 10nF	C10 = 22μF	C16 = 22pF	C22 = 100pF
C5 = 22pF	C11 = 10nF	C17 = 2.2μF	C23 = 22μF
C6 = 100pF	C12 = 0.33μF	C18 = 22μF	
IC1>4 = NE5532	TR1>4 = 2n3708	D1>4 = 1N4148	
P1+3 = 47k LOG B	P2+4 = 10k LIN A		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของการ์ดมาสเตอร์

R1 = 20k	R19 = 51k	R37 = 10k	R55 = 100k
R2 = 47Ω	R20 = 10k	R38 = 75k	R56 = 51k
R3 = 47Ω	R21 = 10k	R39 = 27k	R57 = 680k
R4 = 10k	R22 = 10k	R40 = 51k	R58 = 51k
R5 = 10k	R23 = 10k	R41 = 47Ω	R59 = 51k
R6 = 10k	R24 = 150k	R42 = 51k	R60 = 75k
R7 = 20k	R25 = 3k9	R43 = 15k	R61 = 75k
R8 = 47Ω	R26 = 150k	R44 = 22k	R62 = 75k
R9 = 47Ω	R27 = 150k	R45 = 22k	R63 = 75k
R10 = 10k	R28 = 10k	R46 = 4k7	R64 = 51k
R11 = 10k	R29 = 47 Ω	R47 = 4k7	R65 = 75k
R12 = 10k	R30 = 10k	R48 = 20k	R66 = 75k
R13 = 10k	R31 = 75k	R49 = 20k	R67 = 5k6
R14 = 10k	R32 = 150k	R50 = 27Ω	R68 = 5k6
R15 = 30k	R33 = 3k9	R51 = 27Ω	R69 = 1k
R16 = 47Ω	R34 = 51k	R52 = 51k	R70 = 240Ω
R17 = 30k	R35 = 10k	R53 = 51k	
R18 = 47Ω	R36 = 47Ω	R54 = 1k	
C1 = 100PF	C11 = 10μF	C21 = 47pF	C31 = 10μF
C2 = 100pF	C12 = 10μF	C22 = 22pF	C32 = 47pF
C3 = 22pF	C13 = 22pF	C23 = 22μF	C33 = 22μF
C4 = 22pF	C14 = 22μF	C24 = 100pF	C34 = 22pF
C5 = 100pF	C15 = 22pF	C25 = 2.2μF	C35 = 10μF
C6 = 100pF	C16 = 100pF	C26 = 2.2μF	C36 = 22pF
C7 = 22pF	C17 = 100pF	C27 = 47pF	C37 = 22pF
C8 = 22pF	C18 = 0.22μF	C28 = 22pF	C38 = 10μF
C9 = 10nF	C19 = 0.22μF	C29 = 22pF	
C10 = 10nF	C20 = 100pF	C30 = 100pF	

IC1-9 = NE5532

D1-4 = 1N4148

P1+P2 = 47k LOG B

P3 = 10k DUAL LOG B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของการ์ดหูฟัง

R1 = 4Ω7 2W5 R4 = 22k R7 = 3k9 R10 = 22k
 R2 = 4Ω7 2W5 R5 = 1k R8 = 8Ω2 R11 = 4k7
 R3 = 3k9 R6 = 8Ω2 R9 = 1k R12 = 1k
 R13 = 240Ω

C1 = 4700μF 25 V C5 = 1μF 35 V C9 = 10nF C12 = 100pF
 C2 = 2200μF 63 V C6 = 1μF 35 V C10 = 10nF C13 = 2200μF
 C3 = 470μF 25 V C7 = 100pF C11 = 10μF C14 = 2200μF
 C4 = 470μF 25 V C8 = 10μF

IC1 & 2 = TDA2030

อุปกรณ์ของการ์ดแหล่งจ่ายไฟ

R1 = 1k5 R5 = 2k7 R9 = 1k R13 = 3k3
 R2 = 1k R6 = 1k R10 = 10k R14 = 3k3
 R3 = 51k R7 = 10k R11 = 3k3
 R4 = 4k7 R8 = 2k7 R12 = 3k3

C1 = 4700μF 25 V C7 = 4700μF 25V C13 = 10nF C19 = 470μF 25 V
 C2 = 10nF C8 = 47μF 50 V C14 = 10nF C20 = 10nF
 C3 = 2200μF 63 V C9 = 10nF C15 = 22pF C21 = 10nF
 C4 = 10nF C10 = 47μF 50 V C16 = 10nF C22 = 470μF 25 V
 C5 = 10nF C11 = 1μF C17 = 22pF C23 = 10nF
 C6 = 4700μF 25 V C12 = 1μF C18 = 10nF

D1 = 15 V ZENER D2 = 47 V ZENER D4+D5 = 4V7 ZENER

TR1+2+6 = MJ3001 TR5 = MJ2501

IC1+2 = NE5534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS

LEVEL Maximum	+69.4dBm	(unbalanced out)	
	+66dBm	(balanced out)	
IMPEDANCE input	5.74 K Ω	(unbalanced)	
	0.728 K Ω	(balanced)	
	output	48.5 Ω	(unbalanced)
		177.5 Ω	(balanced)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSISTOR NUMBER	P M O A L T	PACK-AGE	LEAD INFO	V _{CB} MAX	V _{CE} MAX	V _{EB} MAX	I _C MAX	T _J MAX	P TOT	F _T MIN	C _{OB} MAX	H _{FE}	H _{FE} BIAS	USE	MFR	EURO EQUIV	USA EQUIV	
2SC420	N S	T077	N07	25V		5V	80MA	175C	150MWF				130TP	DUA		13% D98E		
2SC421	N S	T039	L04	40V		5V	300MA	165C	300MWF	250M	10P		80TP	RMG	SAN	BSW54	2N2219A	
2SC424	N S	T05	L04	40V		4V	300MA	175C	200MWF	250M			40MN	20MA	VMG	SAN	BSW54	2N2219A
2SC425	N S	T039	L04	40V		5V	300MA	165C	500MWF	250M	10P		80TP	20MA	RMG	SAN	BSW54	2N2219A
2SC426	N S	T05	L04	20V		4V	300MA	175C	200MWF	250M			40MN	20MA	VMG	SAN	BSW54	2N2219A
2SC427	N S	T018	L01	40V		5V	100MA	175C	300MWF	90M			40MN	1MA	RLS	OBS	BSW64	2N2222A
2SC428	N S	T018	L01	25V		5V	100MA	175C	300MWF	90M			40MN	1MA	RLS	OBS	BSW64	2N2222A
2SC429	N S	X37		25V	12V	2V	10MA	150C	100MWF	200M			12MN	1MA	FVG	NEC	BF200	
2SC430	N S	X37		25V	12V	2V	10MA	150C	100MWF	200M			25MN	1MA	FVG	NEC	BF200	
2SC431	N S	X87	L05	150V	100V	4V	30A	150C	200WC				10MN	10A	RHE	SHI	BUX21	
2SC432	N S	X87	L05	150V	100V	4V	30A	150C	200WC				20MN	10A	RHE	SHI	BUX21	
2SC433	N S	X87	L05	200V	140V	4V	30A	150C	200WC				10MN	10A	RHE	SHI	BUX21	
2SC434	N S	X87	L05	200V	140V	4V	30A	150C	200WC				20MN	10A	RHE	SHI	BUX21	
2SC435	N S	X87	L05	300V	200V	4V	30A	150C	200WC				10MN	10A	RHE	SHI	BUX21	
2SC436	N S	X87	L05	300V	200V	4V	30A	150C	200WC	10M			10MN	10A	RHE	SHI	BUX21	
2SC437	N S	T08	L12	100V	60V	5V	2A	175C	13WC	100M			20MN	350MA	VHH	OBS		2N2782
2SC438	N S	T08	L12	75V	60V	5V	2A	175C	13WC	100M			20MN	350MA	VHH	OBS		2N2782
2SC439	N S	T05	L04	25V		5V	100MA	200C	500MWF	200M			25MN	100UA	ALN	OBS	BSW54	2N2219A
2SC440	N S	T05	L04	25V	15V	5V	100MA	175C	500MWF	200M	7P		50TP	100MA	VMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC441	N S	T05	L04	25V	15V	5V	100MA	175C	500MWF	200M	7P		50TP	100MA	VMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC442	N S	T05	L04	25V	15V	5V	100MA	175C	500MWF	200M	7P		50TP	100MA	VMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC443	N S	T05	L04	50V	40V	3V	500MA	200C	800MWF	70M	20P		20TP	100MA	AMG	OBS	BFY50	2N2297
2SC444	N S	T05	L04	60V	40V	4V	500MA	200C	800MWF	140M	20P		25TP	100MA	RMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC445	N S	T05	L04	80V	60V	5V	500MA	200C	800MWF	140M	20P		30TP	100MA	RMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC446	N S	T05	L04	80V		3V	500MA	200C	800MWF	100M			12MN	100MA	RMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC447	N S	T060	L61	75V		4V	2A	175C	5WF	105M			10MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC448	N S	T060	L61	100V		5V	2A	175C	5WF	95M			10MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC449	N S	T060	L61	75V		5V	2A	175C	5WF	95M			10MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC450	N S	T060	L61	60V		4V	2A	175C	5WF	105M			10MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC451	N S	T060	L61	100V		4V	1200MA	200C	25WC	90M			15MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC452	N S	T060	L61	100V		4V	1200MA	200C	25WC	90M			15MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC453	N S	T060	L61	90V		4V	1200MA	200C	25WC	85M			15MN	350MA	RMG	OBS	8LY28	
2SC454	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	4P		80MN	2MA	ALG	HIT	BC182L	2N3710
2SC454L	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	4P		80MN	2MA	ALG	HIT	BC184L	2N3707
2SC455	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M			30MN	2MA	ALG	HIT	BC182L	2N3710
2SC456	N S	T05	L04	50V	30V	5V	600MA	175C	750MWF	100M			10MN	80MA	RMG	OBS	BSW54	2N2219A
2SC457	N S	T077	N07	25V		5V	50MA	175C	300MWF	100M	4P5		80TP	DUA	NEC	20% D98E		
2SC458	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	4P		60MN	2MA	ALG	HIT	BC182L	2N3710
2SC458K	N S	T092	L14	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	100M	4P		320MX	10MA	RLS	HIT	BC347A	2N3904
2SC458L	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	4P		150TP	2MA	ALN	HIT	BC184L	2N3707
2SC458LG	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	4P		80MN	2MA	ALN	HIT	BC184L	2N3707
2SC459	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	4P		80MN	2MA	ALG	HIT	BC184L	2N3710
2SC460	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	3P		35MN	2MA	ALG	HIT	BC182L	2N3710
2SC461	N S	X21	L45	30V	30V	5V	100MA	125C	200MWF	115M	3P		35MN	2MA	ALG	HIT	BC184L	2N3707
2SC462	N S	T072	L06	40V		4V	50MA	200C	200MWF	300M			50MN	4MA	VLA			
2SC463	N S	T072	L06	40V		4V	50MA	200C	200MWF	300M			50MN	4MA	VLA	OBS	BFX73	2N918
2SC463M	N S	T072	L06	35V	35V	4V	20MA	175C	150MWF	275M	0R8		40MN	5MA	TIA	HIT	BF173	
2SC464	N S	T072	L06	30V	12V	2V	20MA	200C	200MWF	200M	1P7		40TP	1MA	FRH	HIT	BF184	
2SC465	N S	T072	L06	30V	12V	2V	20MA	200C	200MWF	200M	1R7		40TP	1MA	FRH	HIT	BF184	
2SC466	N S	T072	L06	30V	12V	2V	20MA	200C	200MWF	200M	1R7		40TP	1MA	FRH	HIT	BF184	
2SC467	N S	T018	L01	20V		4V	50MA	175C	300MWF	200M			20MN	10MA	VLS	OBS	BSX20	2N2369
2SC468H	N S	T072	L06	40V	15V	5V	200MA	180C	200MWF	300M	6P		35MN	10MA	RMG	HIT	BSW84	2N2222A
2SC469	N S	X37		20V	12V	5V	30MA		100MWF	125M			40MN	500UA	ALN	NEC		
2SC470	N S	T05	L04	150V	130V	5V	100MA	175C	750MWF	85M	4P		80TP	3MA	ALH	SOY	BSW66	2N1893
2SC471	N S	T01	L02	30V		5V	100MA	175C	200MWF	80M			25MN	100MA	ALN	OBS	BC109	2N930
2SC472	N S	T01	L02	30V		5V	100MA	175C	200MWF	90M			50MN	10MA	RMS	OBS	BSW64	2N2222A
2SC473	N S	T01	L02	70V		5V	100MA		100MWF	90M			40MN	10MA	RMS	OBS	BSW64	2N2222A
2SC474	N S	T01	L02	70V		5V	100MA	175C	200MWF	80M			30MN	10MA		OBS	BSW64	2N2222A
2SC475	N S	X37		20V	15V	5V	100MA	150C	150MWF	50M			150MN	500UA	ALN	NEC	BC109C	2N930
2SC476	N S	X37		20V	15V	5V	100MA	150C	150MWF	50M			180MN	500UA	ALN	NEC	BC109C	2N930
2SC477	N S	T018	L01	32V	32V	4V	30MA	175C	145MWF	95M			80TP	10MA	ALG	MAT	BC107	A157
2SC478	N S	T018	L01	50V	25V	1V	120MA	200C	300MWF	100M			20TP	20MA	ALG	MAT	BC107	A157
2SC479	N S	T05	L04	80V		5V	600MA	175C	650MWF				40MN	100MA	RMS	OBS	BSW54	2N2219A
2SC479H	N S	T039	L04	60V	40V	5V	600MA	200C	650MWF		20P		40MN	100MA	AMG	HIT	BFY50	2N2297
2SC480	N S	T05	L04	80V		5V	600MA	175C	650MWF				40MN	100MA	RMS	OBS	BSW54	2N2219A
2SC481	N S	T039	L04	60V	45V	5V	1A	150C	600MWF	100M	30P		20/100	150MA	VMG	TOS	BSW54	2N2219A
2SC482	N S	T039	L04	40V	32V	5V	600MA	175C	600MWF	50M	30P		30/300	150MA	AMG	TOS	BFY50	2N2297
2SC482-G	N S	T039	L04	40V	32V	5V	600MA	175C	600MWF	50M	30P		100MN	150MA	AMG	TOS	BFY50	2N2297
2SC482-Y	N S	T039	L04	40V	32V	5V	600MA	175C	600MWF	50M	30P		50/150	150MA	AMG	TOS	BFY50	2N2297
2SC482-O	N S	T039	L04	40V	32V	5V	600MA	175C	600MWF	50M	30P		30/90	150MA	AMG	TOS	BFY50	2N2297
2SC483	N S	T066	L43	100V		5V	1A	150C	15WC	12M			80MN	150MA	AMH	OBS	8DY79	2N3738
2SC484	N S	T039	L04	150V	110V	5V	1500MA	150C	800MWF	10M			30MN	200MA	AMH	OBS	BSW66	2N1893
2SC484-B	N S	T039	L04	150V	110V	5V	1500MA	150C	800MWF	10M			100MN	200MA	AMH	TOS	BSW66	2N1893
2SC484-R	N S	T039	L04	150V	110V	5V	1500MA	150C	800MWF	10M			30/85	200MA	AMH	TOS	BSW66	2N1893
2SC484-Y	N S	T039	L04	150V	110V	5V	1500MA	150C	800MWF	10M			50/140	200MA	AMH	TOS	BSW66	2N1893

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP

SE/NE5532/5532A

DESCRIPTION

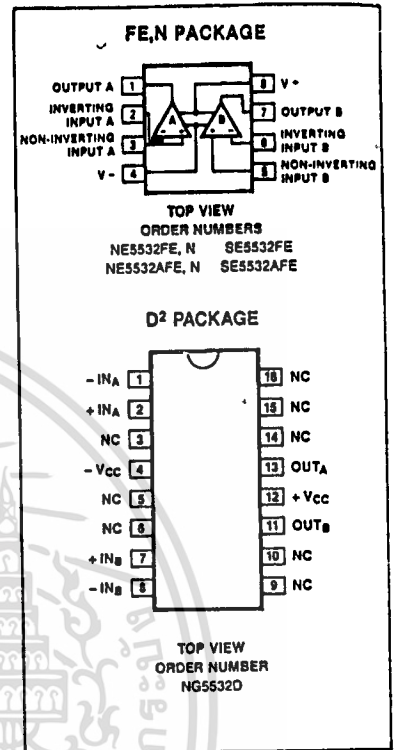
The 5532 is a dual high-performance low-noise operational amplifier. Compared to most of the standard operational amplifiers, such as the 1458, it shows better noise performance, improved output drive capability and considerably higher small-signal and power bandwidths.

This makes the device especially suitable for application in high quality and professional audio equipment, instrumentation and control circuits, and telephone channel amplifiers. The op amp is internally compensated for gains equal to one. If very low noise is of prime importance, it is recommended that the 5532A version be used which has guaranteed noise voltage specifications.

FEATURES

- Small-signal bandwidth: 10MHz
- Output drive capability: 600Ω, 10V (rms)
- Input noise voltage: 5nV/√Hz (typical)
- DC voltage gain: 50000
- AC voltage gain: 2200 at 10kHz
- Power bandwidth: 140kHz
- Slew-rate: 9V/μs
- Large supply voltage range: ±3 to ±20V
- Compensated for unity gain

PIN CONFIGURATION



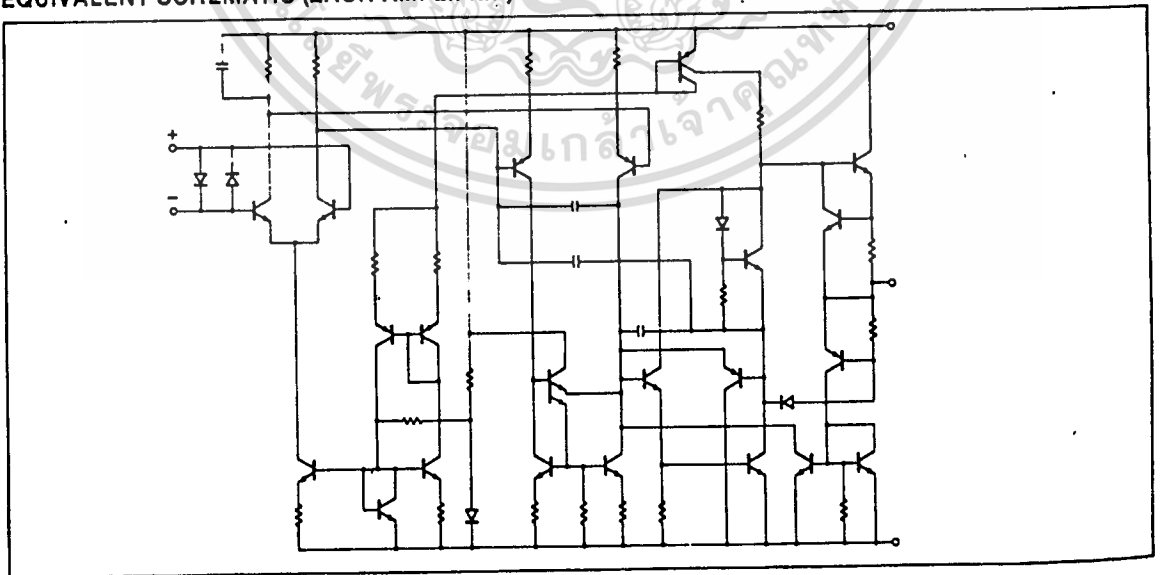
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	RATING	UNIT
V _S Supply voltage	±22	V
V _{IN} Input voltage	±V supply	V
V _{DIFF} Differential input voltage ¹	±.5	V
T _A Operating temperature range	NE5532/A	0 to 70 °C
	SE5532/A	-55 to +125 °C
T _{STG} Storage temperature	-65 to +150	°C
T _J Junction temperature	150	°C
P _D Power dissipation	5532FE	1000 mW
	Lead temperature (soldering, 10 sec)	300

NOTES:

1. Diodes protect the inputs against over-voltage. Therefore, unless current-limiting resistors are used, large currents will flow if the differential input voltage exceeds 0.6V. Maximum current should be limited to ±10mA.
2. Thermal resistance of the FE package is 125°C/W.

EQUIVALENT SCHEMATIC (EACH AMPLIFIER)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP

SE/NE5532/5532A

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$ unless otherwise specified.^{1,2}

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE5532/5532A			NE5532/5532A			UNIT
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS} Offset voltage	Over temperature		0.5	2		0.5	4	mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$			5	3		5	5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_{OS} Offset current	Over temperature			100		10	150	nA
$\Delta I_{OS}/\Delta T$				200	200		200	$\text{nA}/^\circ\text{C}$
I_B Input current	Over temperature		200	400		200	800	nA
$\Delta I_B/\Delta T$				5	700		5	1000
I_{CC} Supply current	Over temperature			13		8	16	mA
V_{CM} Common mode input range		± 12	± 13		± 12	± 13		V
CMRR Common mode rejection ratio		80	100		70	100		dB
PSRR Power supply rejection ratio			10	50		10	100	$\mu\text{V}/\text{V}$
A_{VOL} Large signal voltage gain	$R_L \geq 2\text{k}\Omega$, $V_O = \pm 10\text{V}$ Over temperature	50			25	100		V/mV
	$R_L \geq 600\Omega$, $V_O = \pm 10\text{V}$ Over temperature	25			15			V/mV
	$R_L \geq 600\Omega$, $V_O = \pm 10\text{V}$ Over temperature	40			15	50		V/mV
	$R_L \geq 2\text{k}\Omega$ over temp.	20			10			V/mV
V_{OUT} Output swing	$R_L \geq 600\Omega$ Over temperature				± 12	± 13		V
	$R_L \geq 600\Omega$, $V_S = \pm 18\text{V}$ Over temperature	± 15	± 16		± 10	± 12		V
	$R_L \geq 2\text{k}\Omega$ over temp.	± 12	± 13		± 12	± 14		V
R_{IN} Input resistance		30	300		30	300		k Ω
I_{SC} Output short circuit current		10	38	60	10	38	60	mA

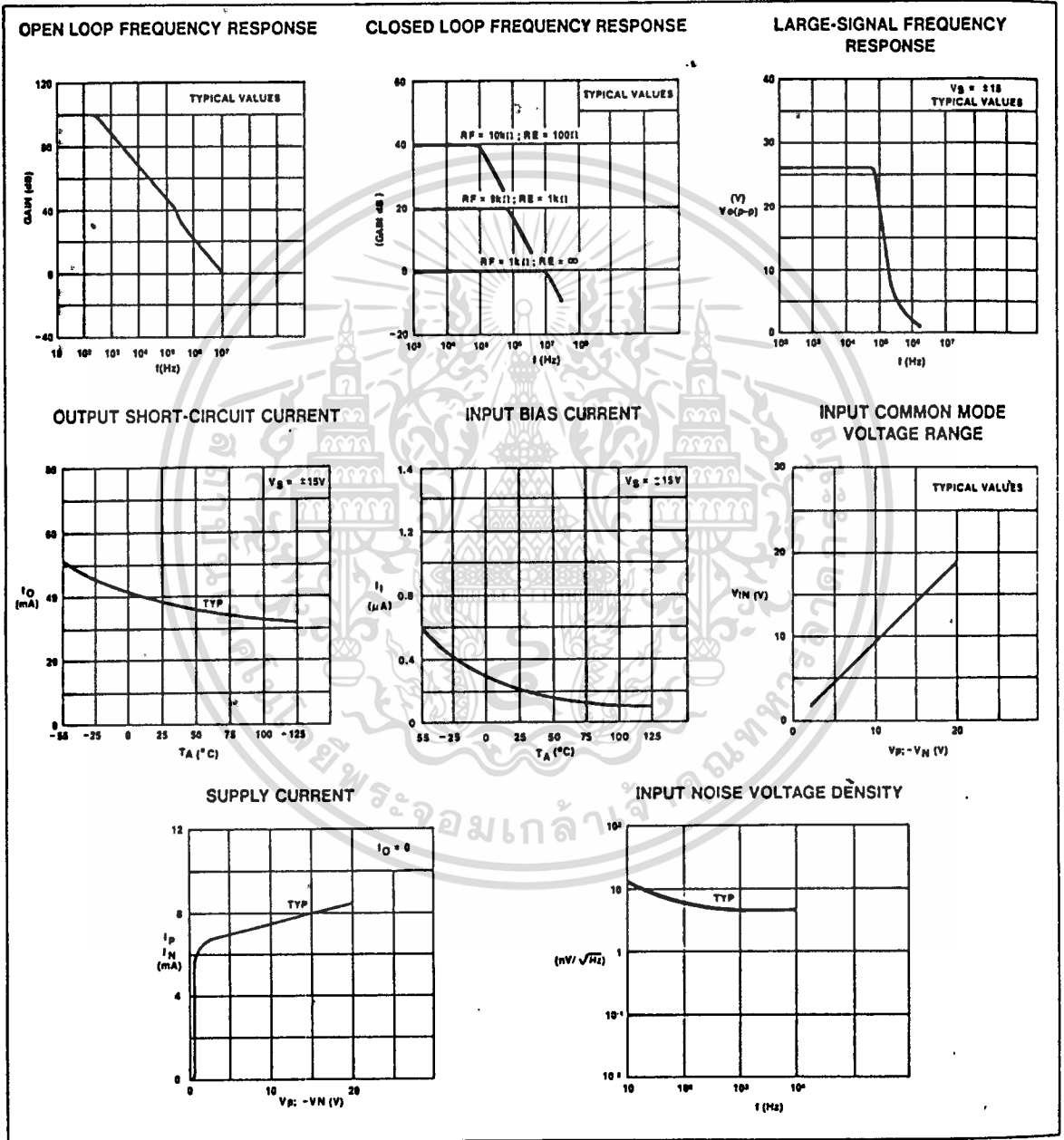
AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$ unless otherwise specified.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE/NE5532/5532A			UNIT
		Min	Typ	Max	
R_{OUT} Output resistance	$A_V = 30\text{dB}$ Closed loop $f = 10\text{kHz}$, $R_L = 600\Omega$		0.3		Ω
Overshoot	Voltage follower $V_{IN} = 100\text{mV}$ p-p $C_L = 100\text{pF}$ $R_L = 600\Omega$		10		%
Gain	$f = 10\text{kHz}$		2.2		V/mV
Gain bandwidth product	$C_L = 100\text{pF}$ $R_L = 600\Omega$		10		MHz
Slew rate			9		V/ μs
Power bandwidth	$V_{OUT} = \pm 10\text{V}$ $V_{OUT} = \pm 14\text{V}$, $R_L = 600\Omega$, $V_{CC} = \pm 18\text{V}$		140	100	kHz

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$ unless otherwise specified.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE/NE5532			SE/NE5532A			UNIT
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input noise voltage	$f_o = 30\text{Hz}$		8			8	12	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	$f_o = 1\text{kHz}$		5			5	6	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Input noise current	$f_o = 30\text{Hz}$		2.7			2.7		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
	$f_o = 1\text{kHz}$		0.7			0.7		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
Channel separation	$f = 1\text{kHz}$, $R_S = 5\text{k}\Omega$		110			110		dB

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

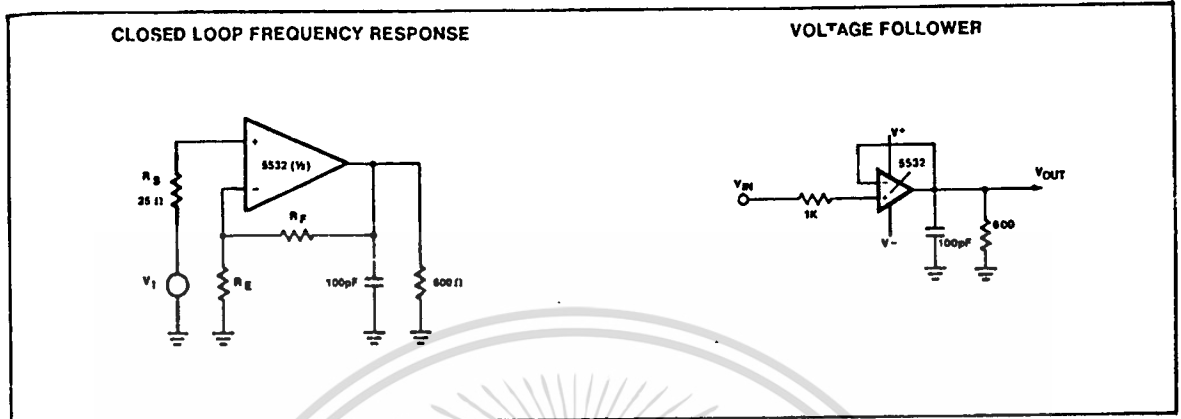


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP

SE/NE5532/5532A

TEST CIRCUITS



AUDIO CIRCUITS USING THE NE5532/33/34

More detailed information is available in the communications section of this manual, regarding other audio circuits. The following will explain the Signetics line of low noise op amps and show their use in some audio applications.

DESCRIPTION

The 5532 is a dual high-performance low noise operational amplifier. Compared to most of the standard operational amplifiers, such as the 1458, it shows better noise performance, improved output drive capability and considerably higher small-signal and power bandwidths.

This makes the device especially suitable for application in high quality and professional audio equipment, instrumentation and control circuits, and telephone channel amplifiers. The op amp is internally compensated for gains equal to one. If very low noise is of prime importance, it is recommended that the 5532A version be used which has guaranteed noise voltage specifications.

APPLICATIONS

The Signetics 5532 High Performance Op Amp is an ideal amplifier for use in high quality and professional audio equipment which requires low noise and low distortion.

The circuit included in this application note has been assembled on a P.C. board, and tested with actual audio input devices (Tuner and Turntable). It consists of an RIAA pre-amp, input buffer, 5-band equalizer, and mixer. Although the circuit design is not new, its performance using the 5532 has been improved.

The RIAA pre-amp section is a standard compensation configuration with low frequency boost provided by the Magnetic cartridge and the RC network in the op amp feedback loop. Cartridge loading is accomplished via R1. 47k was chosen as a typical value, and may differ from cartridge to cartridge.

The Equalizer section consists of an input buffer, 5 active variable band pass/notch (depending on RS's setting) filters, and an output summing amplifier. The input buffer is a standard unity gain design providing impedance matching between the pre amplifier and the equalizer section. Because the 5532 is internally compensated, no external compensation is required. The 5-band active filter section is actually 5 individual active filters with the same feedback design for all 5. The main difference in all five stages is the values of C5 and C6 which are responsible for setting the center frequency of each stage. Linear pots are recommended for RS. To simplify use of this circuit, a component value table is provided, which lists center frequencies and their associated capacitor values. Notice that C5 equals (1/C) C6 and that the value of R8 and R10 are related to R9 by a factor of 10 as well. The values listed in the table are common and easily found standard values.

RIAA EQUALIZATION AUDIO PREAMPLIFIER USING NE5532A

With the onset of new recording techniques along with sophisticated playback equipment, a new breed of low noise operational amplifiers was developed to complement the state-of-the-art in audio reproduction. The first ultra low noise op amp introduced by Signetics was called the NE5534A. This is a single operational amplifier with less

than $4nV/\sqrt{Hz}$ input noise voltage. The NE5534A is internally compensated at a gain of three. This device has been used in many audio preamp and equalizer (active filter) applications since its introduction early last year.

Many of the amplifiers that are being designed today are dc coupled. This means that very low frequencies (2-15Hz) are being amplified. These low frequencies are common to turntables because of rumble and tone arm resonances. Since the amplifiers can reproduce these sub-audible tones, they become quite objectionable because the speakers try to reproduce these tones. This causes non-linearities when the actual recorded material is amplified and converted to sound waves.

The RIAA has proposed a change in its standard playback response curve in order to alleviate some of the problems that were previously discussed. The changes occur primarily at the low frequency range with a slight modification to the high frequency range. (See Figure 2). Note that the response peak for the bass section of the playback curve now occurs at 31.5Hz and begins to roll off below that frequency. The rolloff occurs by introducing a fourth R/C network by introducing a fourth R/C network with a 7950 μ s time constant to the three existing networks that make up the equalization circuit. The high end of the equalization curve is extended to 20kHz, because recordings at these frequencies are achievable on many current discs.

NE5533/34 DESCRIPTION

The 5533/5534 are dual and single high-performance low noise operational amplifiers. Compared to other operational amplifiers

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP SE/NE5532/5532A

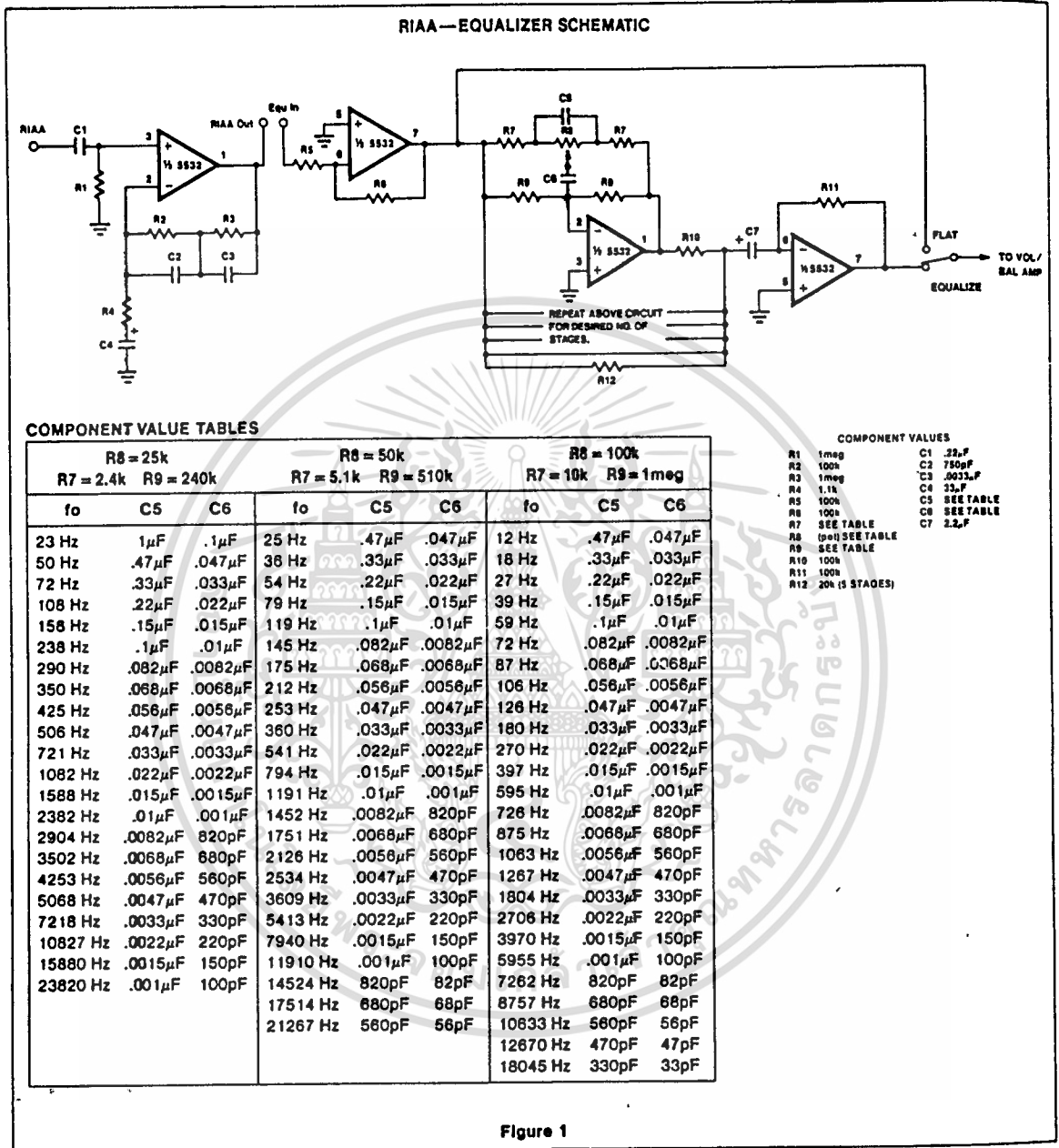


Figure 1

such as TL083, they show better noise performance, improved output drive capability and considerably higher small-signal and power bandwidths.

This makes the devices especially suitable for application in high quality and professional audio equipment, in instrumentation and control circuits and telephone channel amplifiers. The op amps are internally compensated for

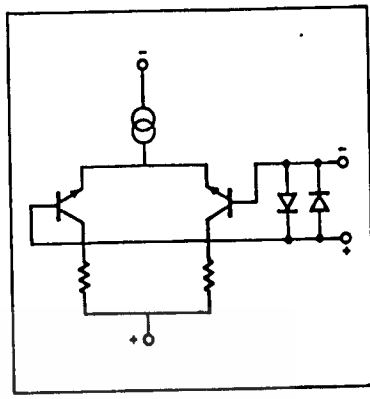
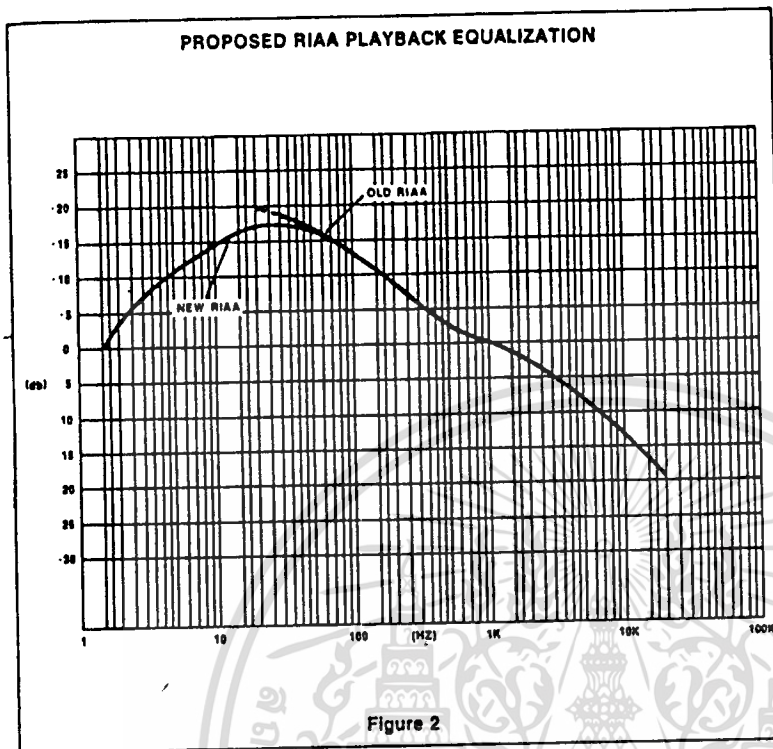
gain equal to, or higher than, three. The frequency response can be optimized with an external compensation capacitor for various applications (unity gain amplifier, capacitive load, slew-rate, low overshoot, etc.) If very low noise is of prime importance, it is recommended that the 5533A/5534A version be used which has guaranteed noise specifications.

APPLICATIONS

Diode Protection of Input

The input leads of the device are protected from differential transients above ±0.6V by internal back-to-back diodes. Their presence imposes certain limitations on the amplifier dynamic characteristics related to closed-loop gain and slew rate.

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP SE/NE5532/5532A

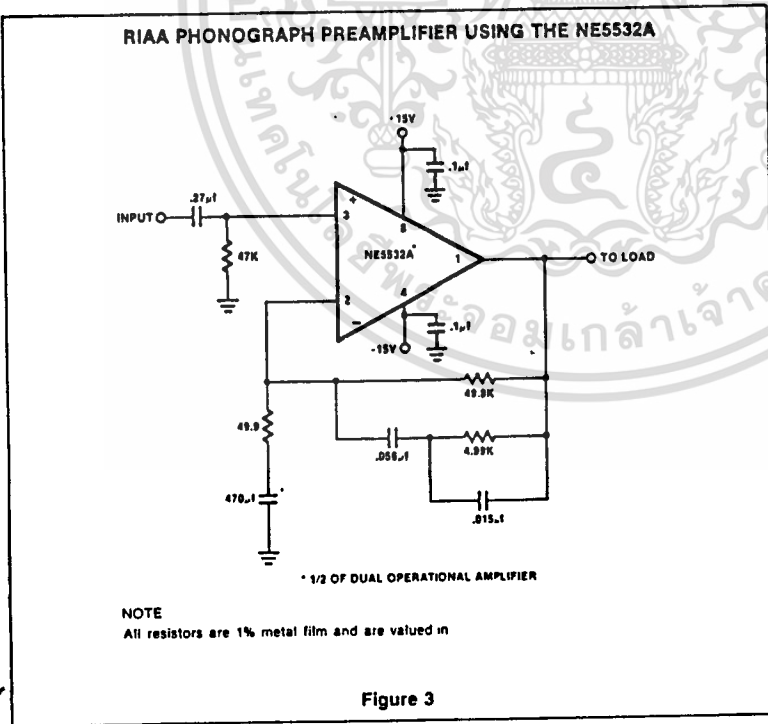
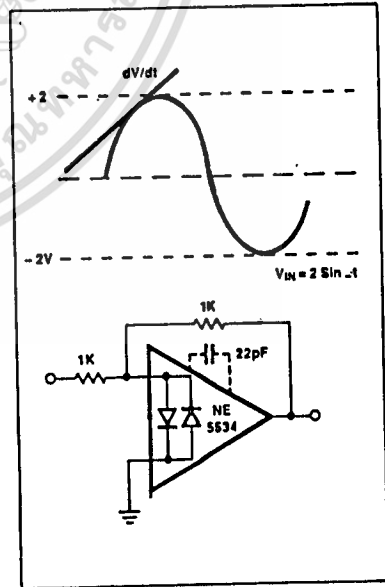


Consider the unity gain follower as an example:

Assume a signal input square wave with dV/dt of 250V per μs and 2V peak amplitude as shown. If a 22 pF compensation capacitor is inserted and the R_1, C_1 circuit deleted, the device slew rate falls to approximately 7V/ μs . The input waveform will reach 2V/250V/ μs or 8 ns, while the output will have changed $(8 \times 10^{-9}) (7)$ only 56 mV. The differential input signal is then $(V_{IN} - V_O) R_1/R_1 + R_1$ or approximately 1V.

The diode limiter will definitely be active and output distortion will occur; therefore, $V_{in} < 1V$ as indicated.

Next, a sine wave input is used with a similar circuit.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP SE/NE5532/5532A

The slew rate of the input waveform now depends on frequency and the exact expression is

$$\frac{dv}{dt} = 2\omega \cos \omega t$$

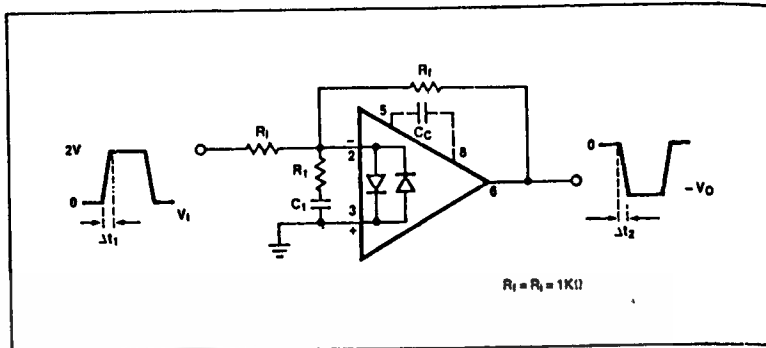
The upper limit before slew rate distortion occurs for *small signal* ($V_{IN} < 100$ mV) conditions is found by setting the slew rate to $7V/\mu s$. That is:

$$7 \times 10^6 \text{ V}/\mu s = 2\omega \cos \omega t$$

at $\omega t = 0$

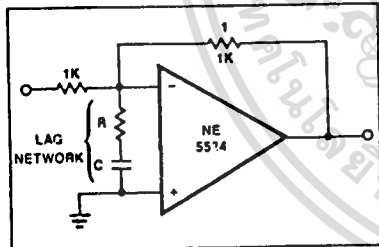
$$\omega_{LIMIT} = \frac{7 \times 10^6}{2} = 3.5 \times 10^6 \text{ rad/s}$$

$$f_{LIMIT} = \frac{3.5 \times 10^6}{2\pi} \approx 560 \text{ kHz}$$



External Compensation Network Improves Bandwidth

By using an external lead-lag network, the follower circuit slew rate and small signal bandwidth can be increased. This may be useful in situations where a closed-loop gain less than 3 to 5 is indicated. A number of examples are shown in subsequent figures. The principle benefit of using the network approach is that the full slew rate and bandwidth of the device is retained, while impulse-related parameters such as damping and phase margin are controlled by choosing the appropriate circuit constants. For example, consider the following configuration:



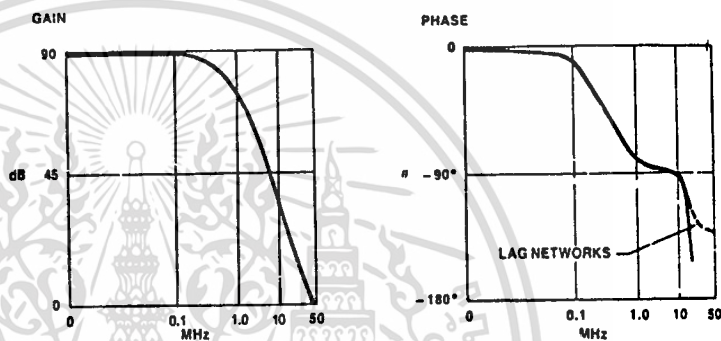
The major problem to be overcome is poor phase margin leading to instability.

By choosing the lag network break frequency one decade below the unity gain crossover frequency (30-50 MHz), the phase and gain margin are improved. An appropriate value for R is 270Ω . Setting the lag network break frequency at 5 MHz, C may be calculated

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 270 \cdot 5 \times 10^6}$$

$$118 = \text{pF}$$

A single pole and zero inserted in the transfer function will give an added 45° of phase margin depending on the network values.



RULES AND EXAMPLES

Compensation Using Pins 5 and 8 (Limited Bandwidth and Slew Rate)

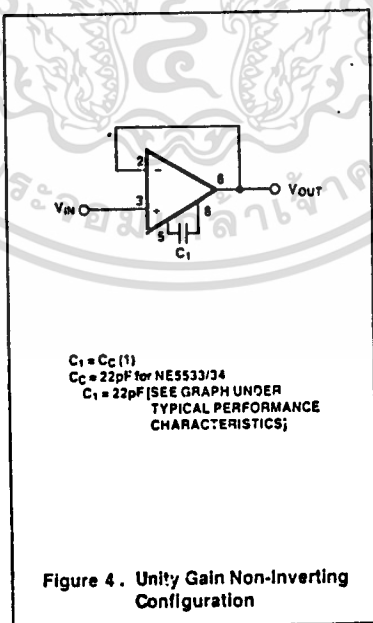


Figure 4. Unity Gain Non-Inverting Configuration

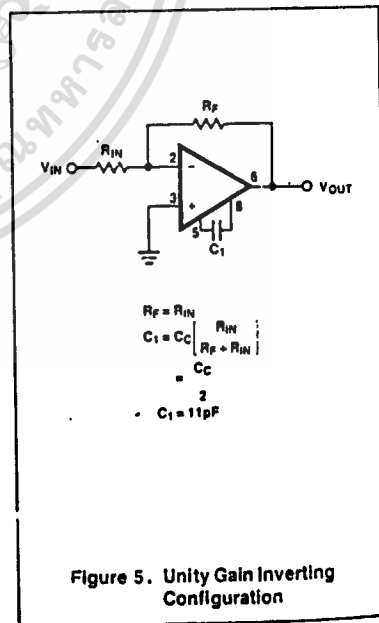
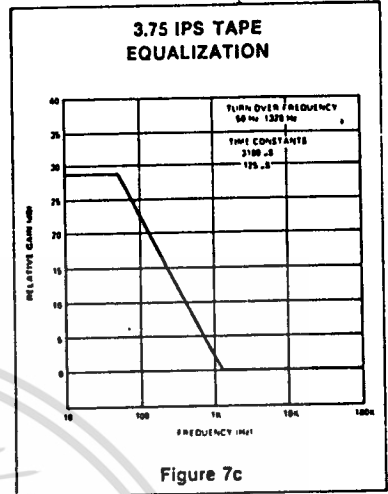
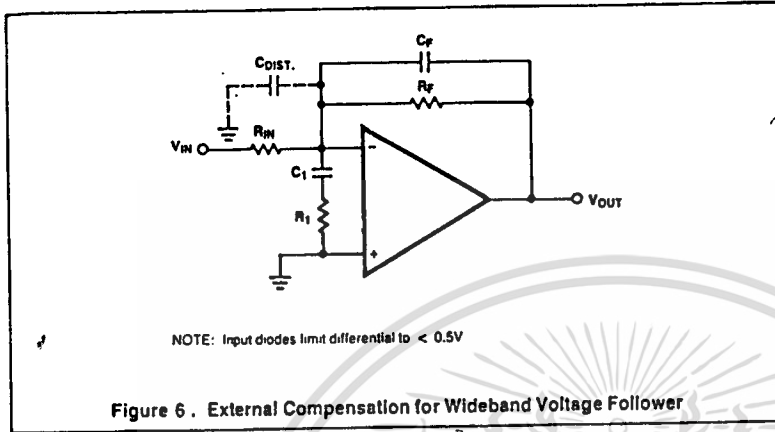


Figure 5. Unity Gain Inverting Configuration

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP SE/NE5532/5532A

External Compensation for Wideband Voltage Follower



Calculating the Lead-Lag Network

$$C_1 = \frac{1}{2\pi F_1 R_1} \quad \text{Let } R_1 = \frac{R_{IN}}{10}$$

where $F_1 = \frac{1}{10} (\text{UGBW})$
 $\text{UGBW} = 30 \text{ MHz}$

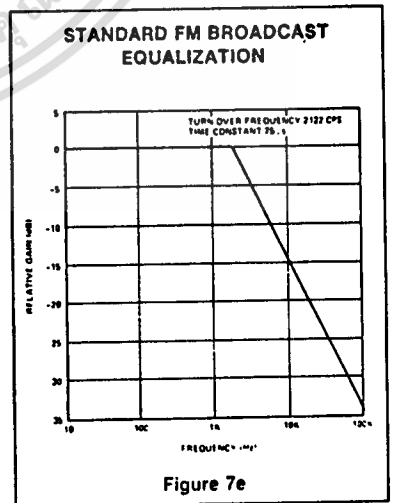
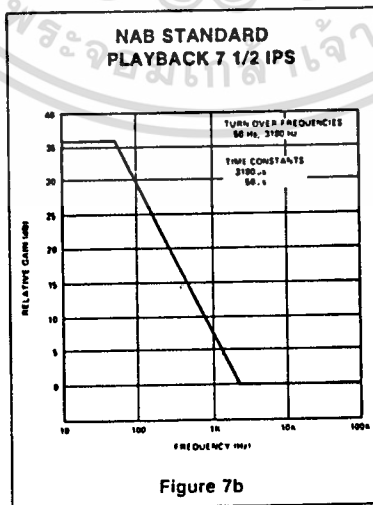
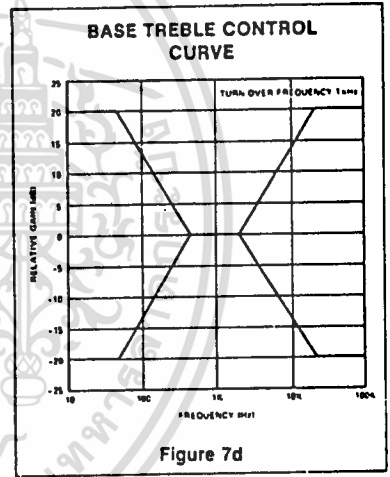
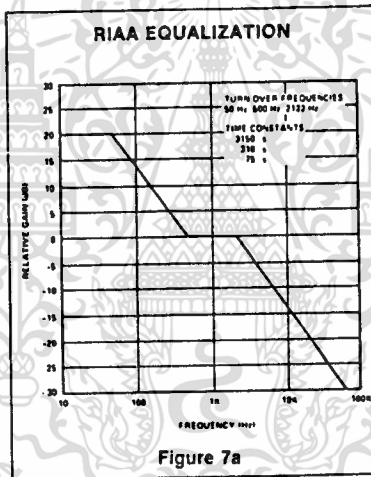
Shunt Capacitance Compensation

$$C_F = \frac{1}{2\pi F_F R_F}, \quad F_F \approx 30 \text{ MHz}$$

or $C_F \approx \frac{C_{DIST}}{A_{CL}}$

$C_{DIST} \approx \text{Distributed Capacitance} \approx 2.3 \text{ pF}$

Many audio circuits involve carefully tailored frequency responses. Pre-emphasis is used in recording mediums to reduce noise and produce flat frequency response. The most often used de-emphasis curves for broadcast and home entertainment systems are shown in Figure 7. Operational amplifiers are well suited to these applications because of their high gain and easily tailored frequency response.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP SE/NE5532/5532A

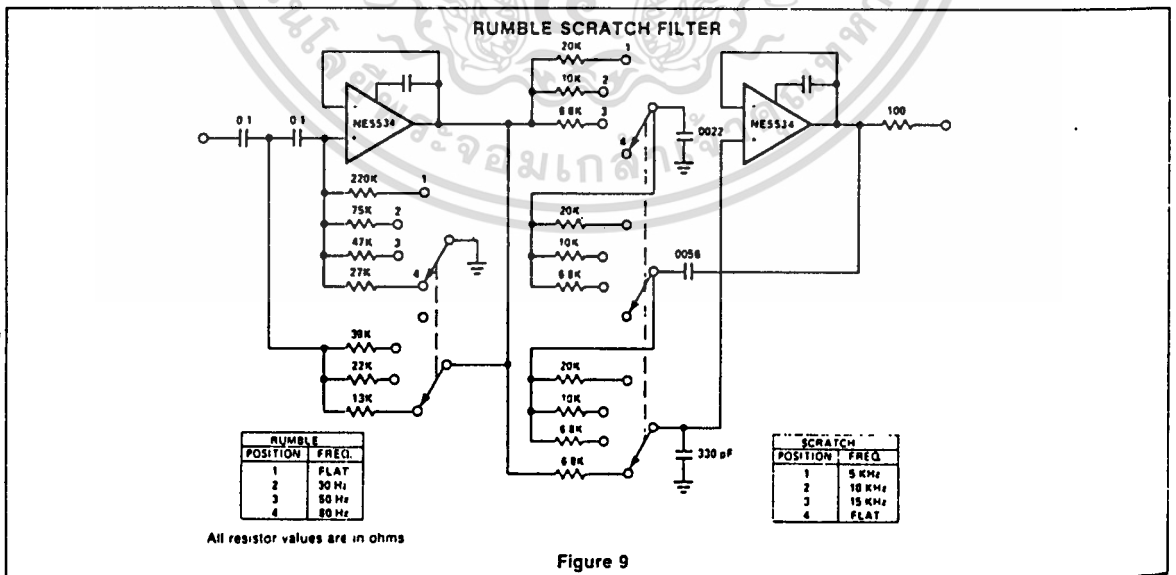
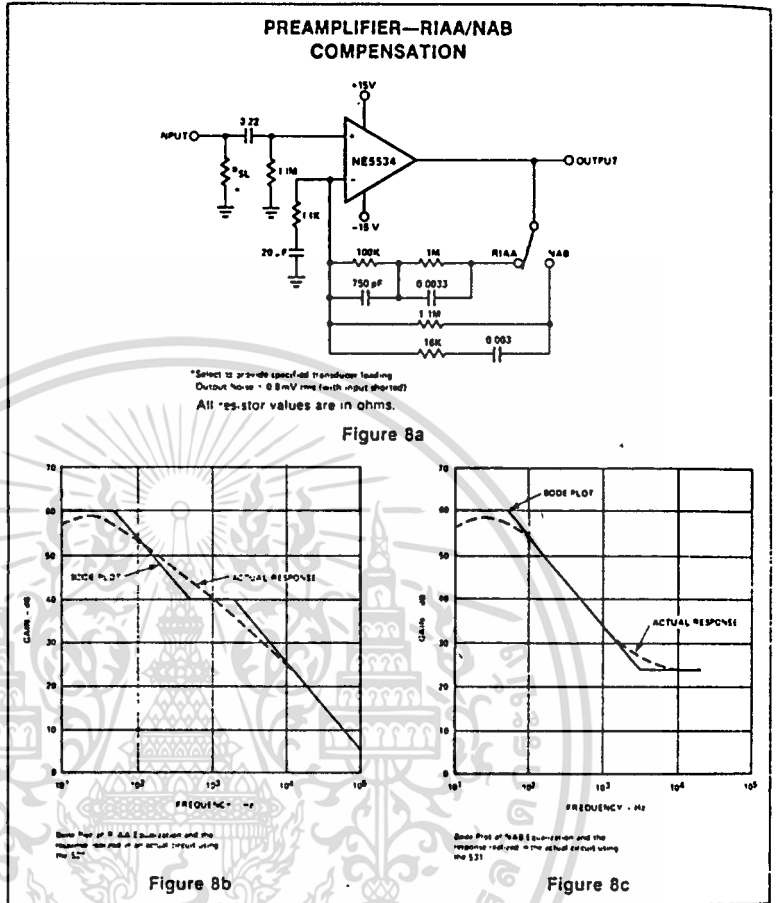
RIAA PREAMP USING THE NE5534

The preamplifier for phono equalization is shown in Figure 8 along with the theoretical and actual circuit response

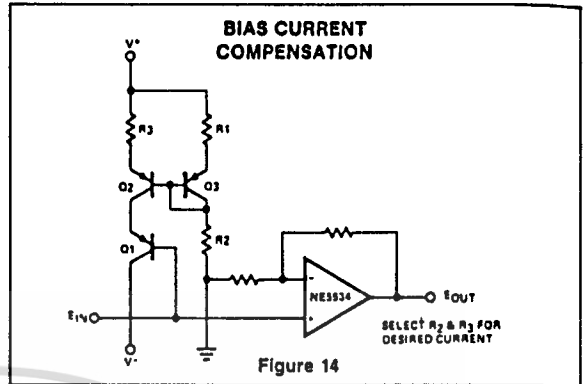
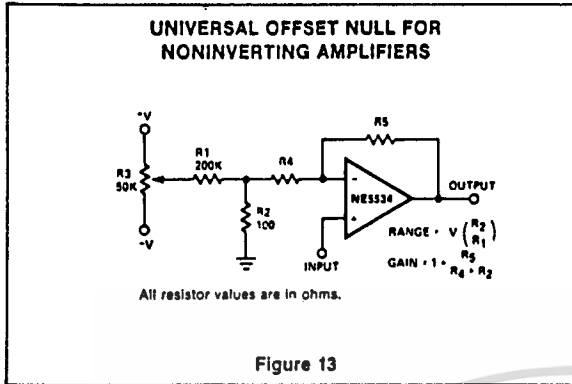
Low frequency boost is provided by the inductance of the magnetic cartridge with the RC network providing the necessary break points to approximate the theoretical RIAA curve.

RUMBLE FILTER

Following the amplifier stage, rumble and scratch filters are often used to improve overall quality. Such a filter designed with op amps uses the 2 pole Butterworth approach and features switchable break points. With the circuit of Figure 9 any degree of filtering from fairly sharp to none at all is switch selectable.



INTERNALLY COMPENSATED DUAL LOW NOISE OP AMP SE/NE5532/5532A



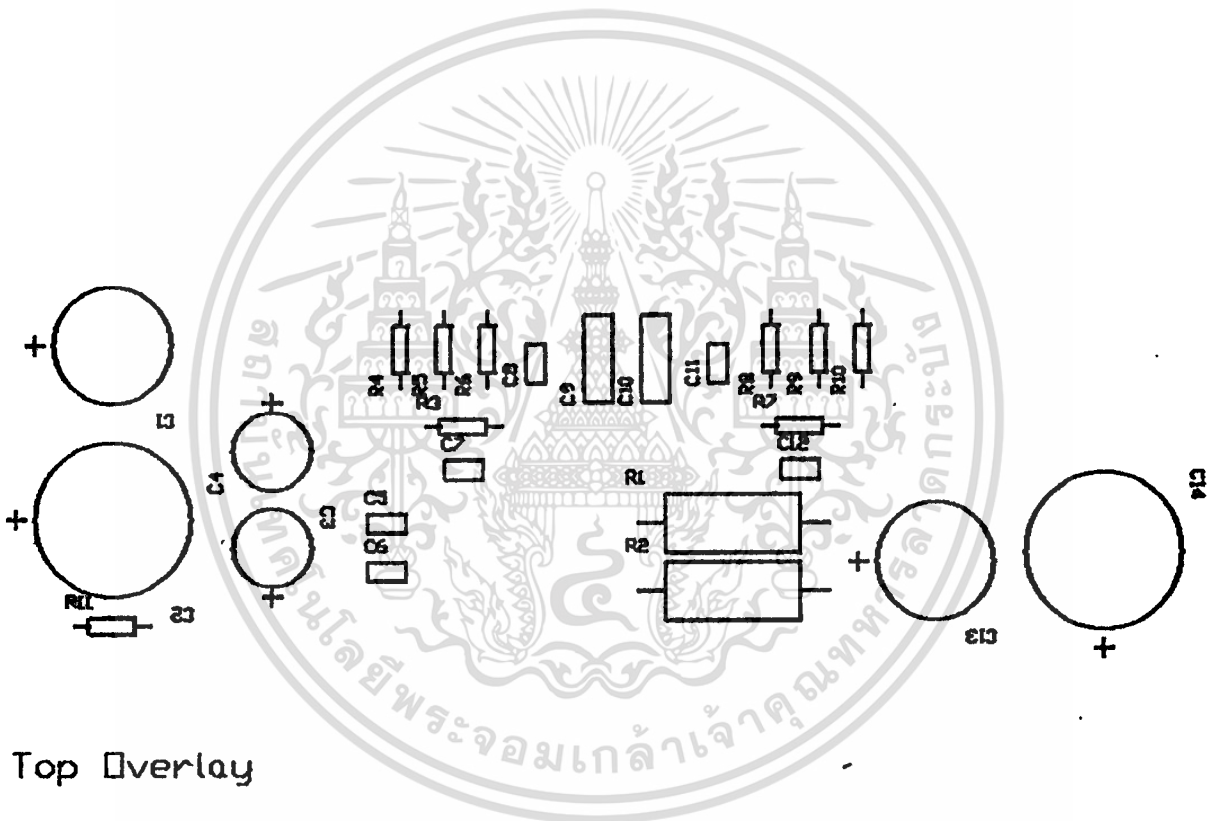
*For additional information, consult the Applications Section.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



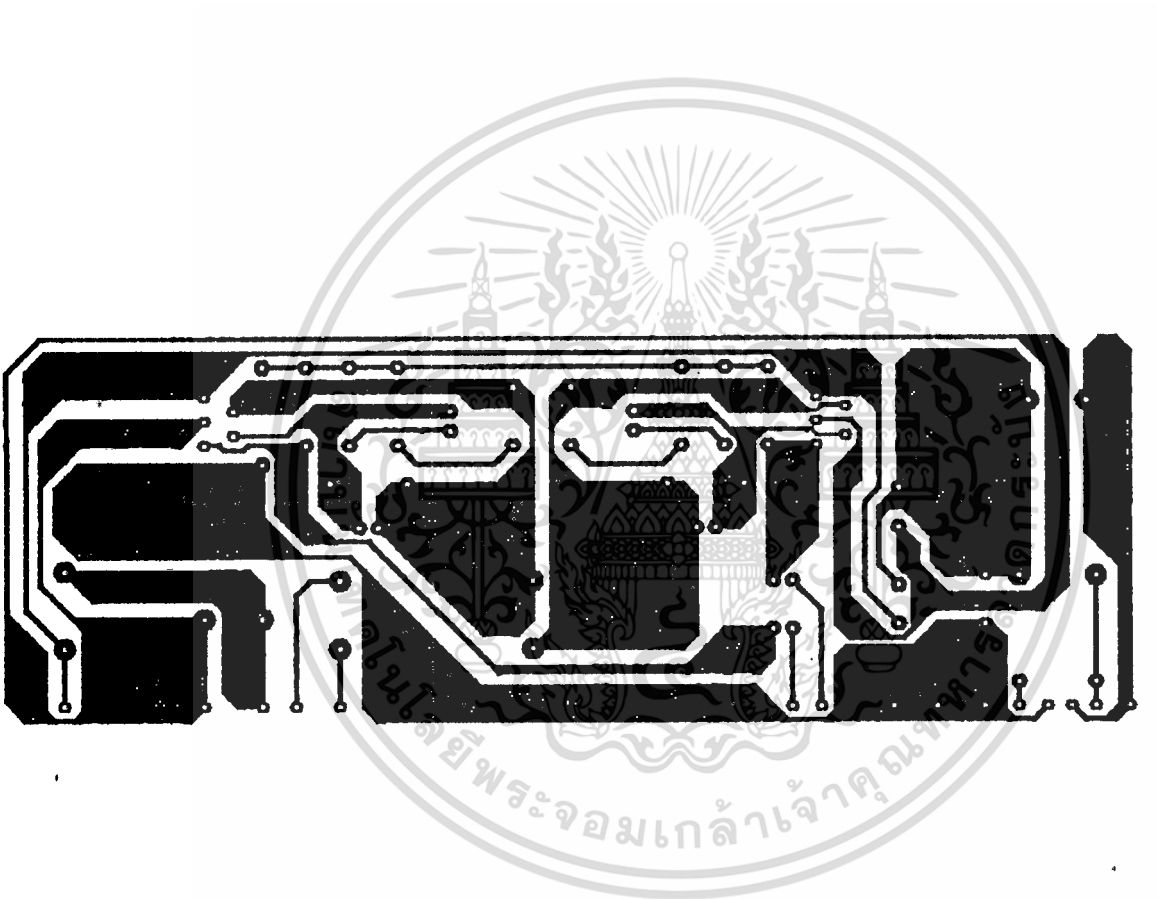
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CIR4 Top Overlay

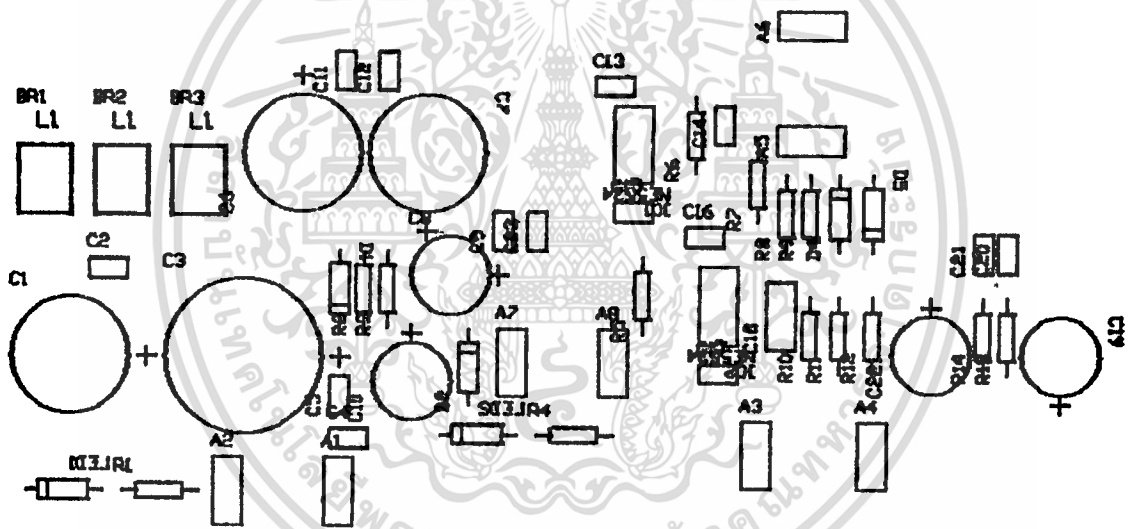
รูปแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ของการ์ดหูฟัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



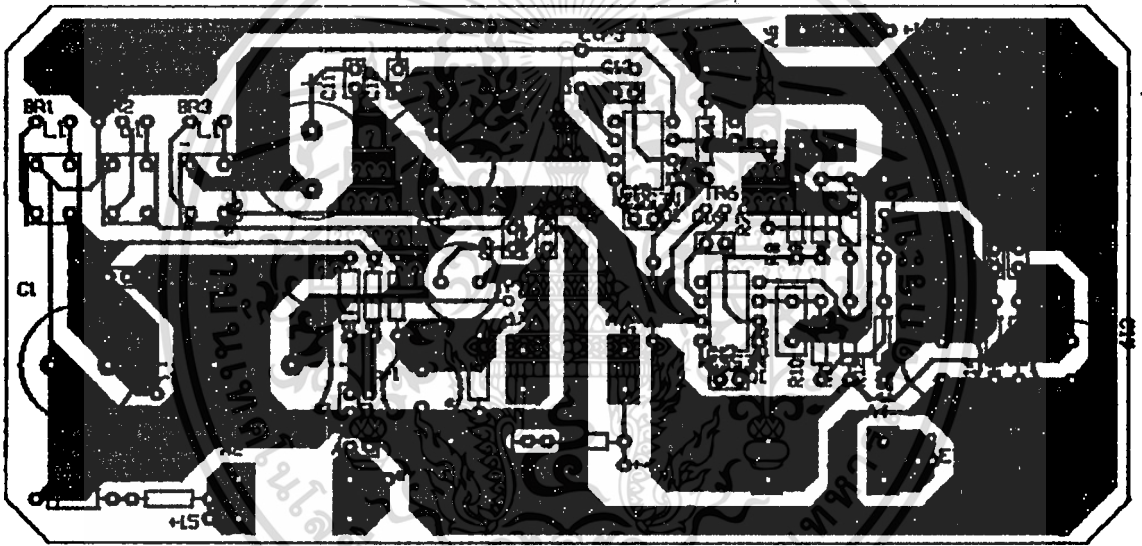
รูปแสดงลายวงจรของการคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



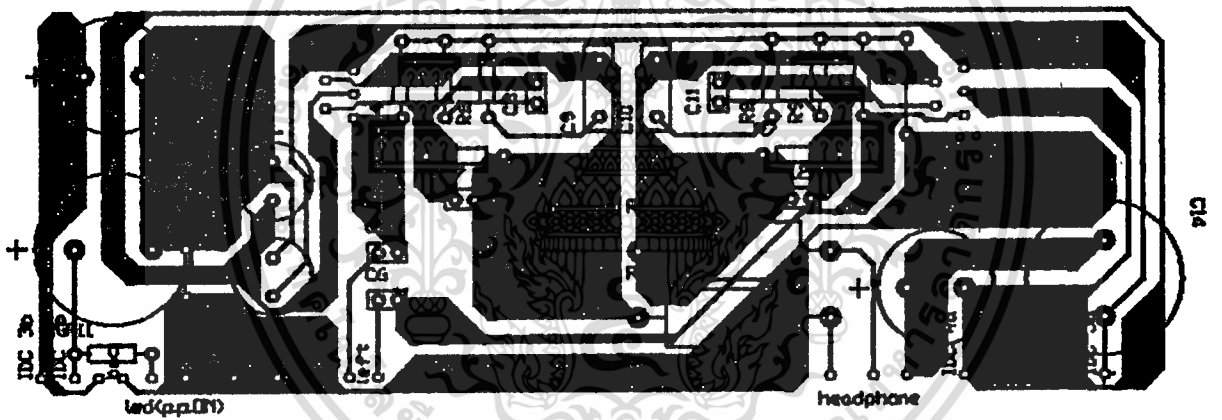
CIR5 Top Overlay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับควรใช้วงเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ของการ์ดแหล่งจ่ายไฟ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CIR5 Check Plot

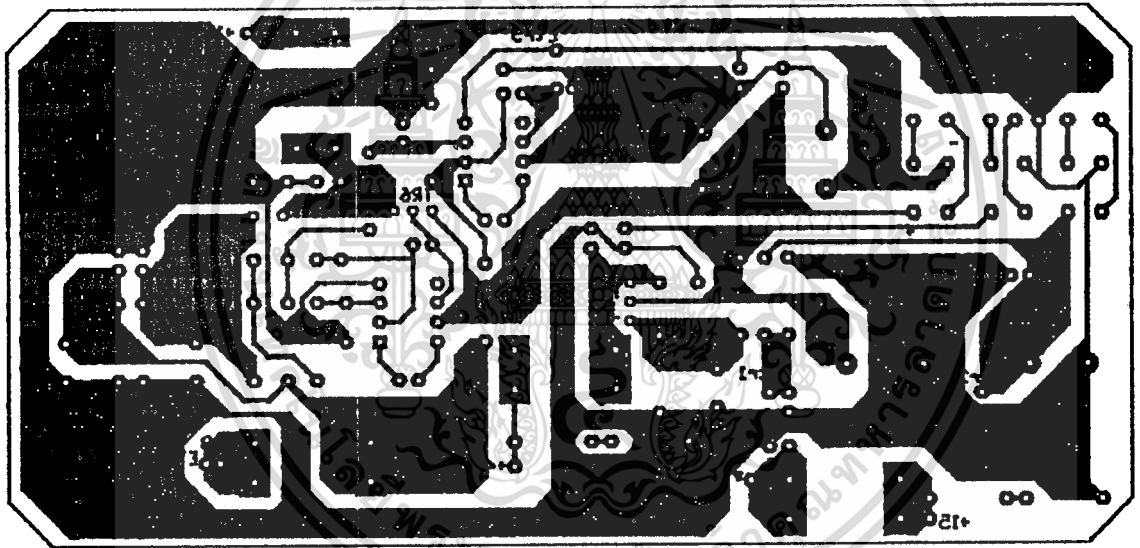
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



R4 Check Plot

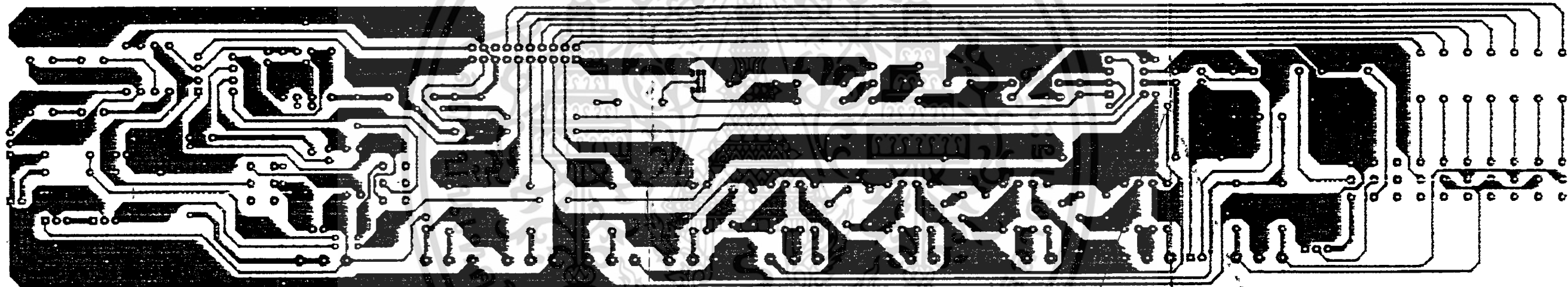
รูปแสดงการวางอุปกรณ์ของการ์ดหูฟัง

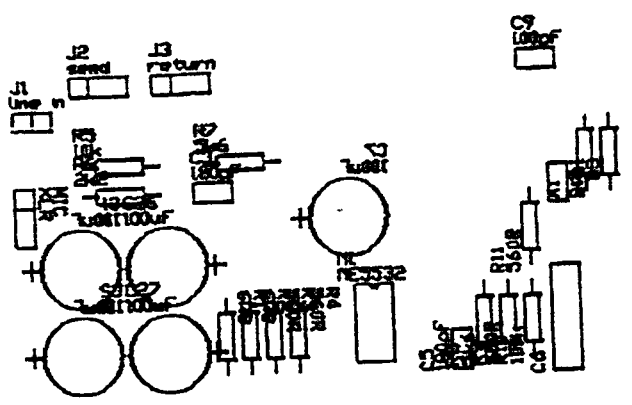
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



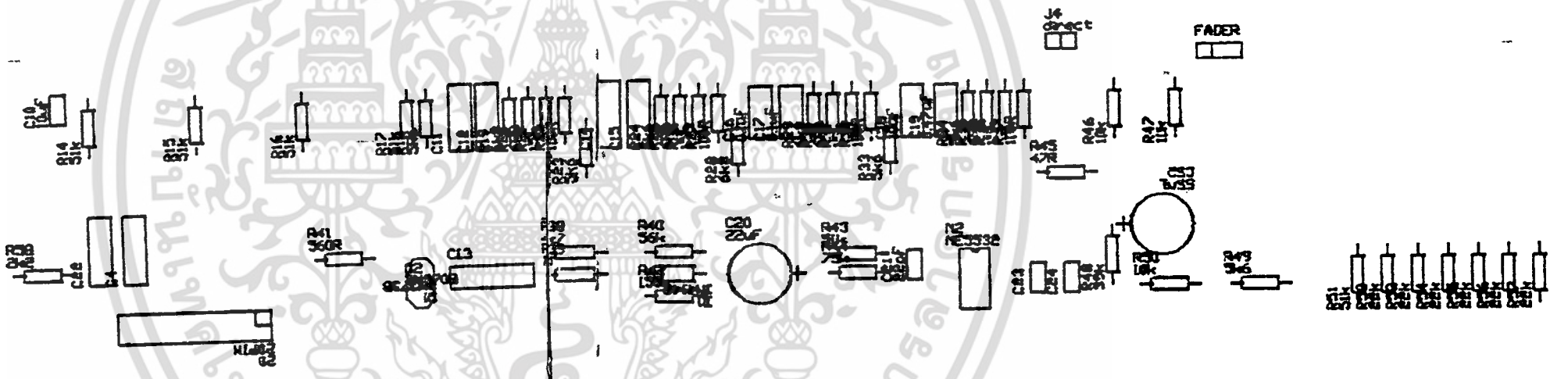
รูปแสดงลายวงจรของการ์ดแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา และอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



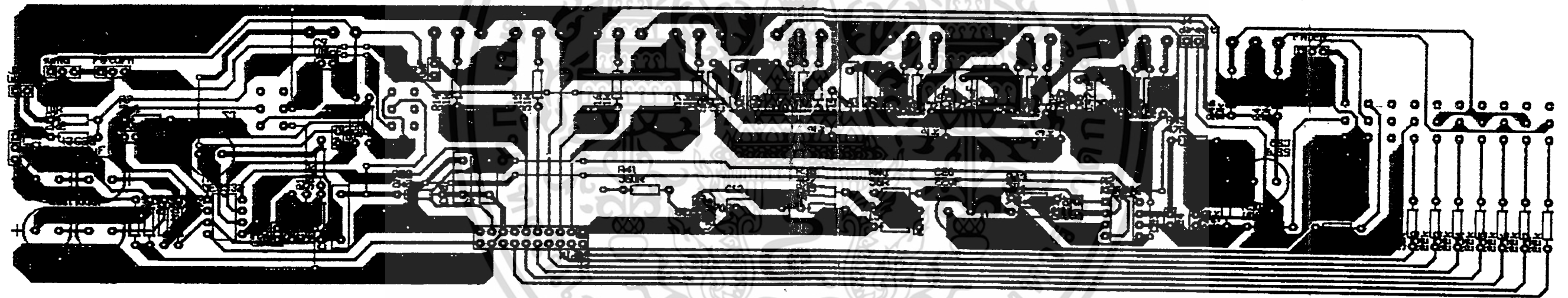


CIR1 Top Overlay



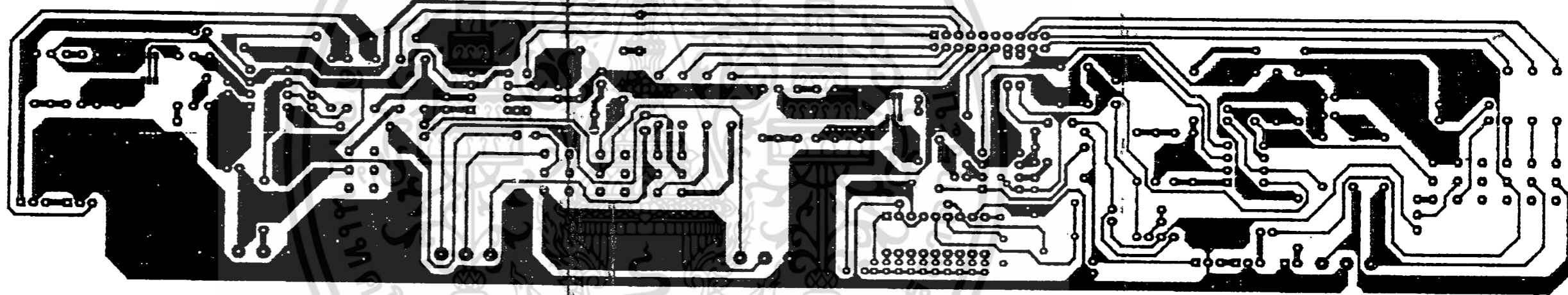
รูปแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ของการ์ดอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CIR1 Check Plot

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



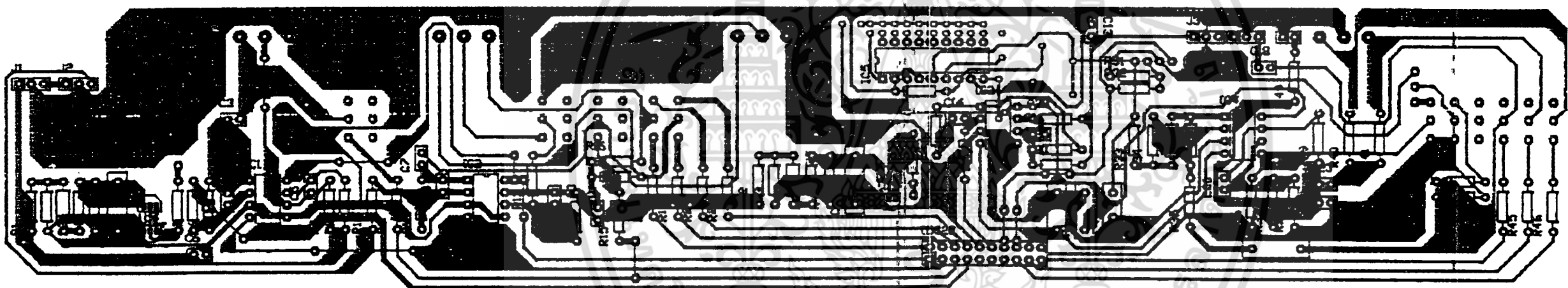
รูปแสดงลายวงจรของการ์ด Subgroup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



CIR2 Top Overlay

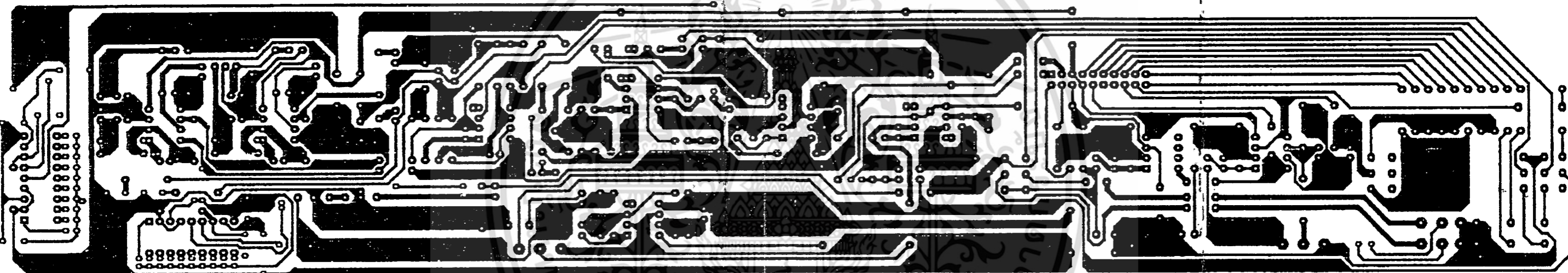
รูปแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ของการ์ด Subgroup



CIR2 Check Plot

รูปแสดงการวางอุปกรณ์ของการ์ด Subgroup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปแสดงลายวงจรของการ์ดมาสเตอร์

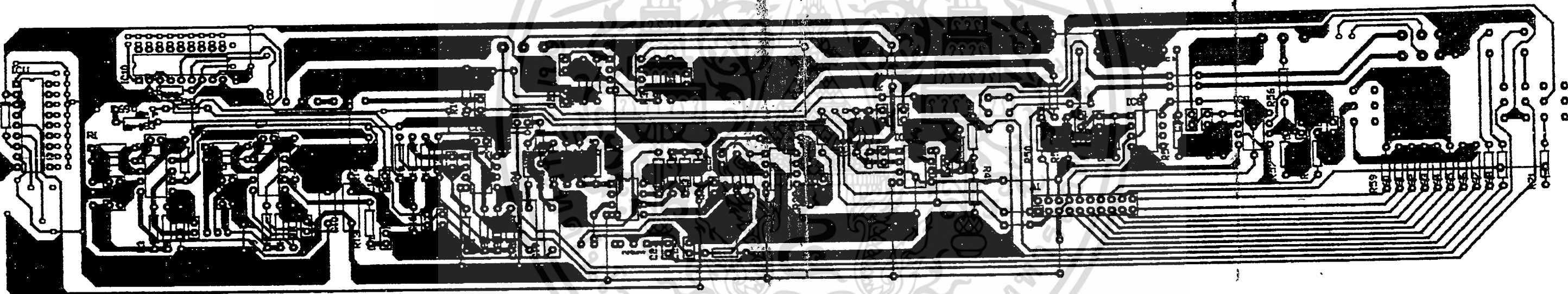
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

CIR3 Top Overlay



รูปแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ของการ์ดมาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



IR3 Check Plot

รูปแสดงการวางอุปกรณ์ของการ์ดมาสเตอร์รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้