สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบขยายเสียงในการประชุม

CONFERRENCE AMPLIFIER SYSTEM

โดย

นาย ชูศักดิ์ กิตติธรกุล 36013241

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....86896
วัน,เดือน,ปี.....16 ส.ค. 2552

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบขยายเสียงในการประชุม
จัดทำโดย	นาย ชูศักดิ์ กิตติธรกุล 36013241
สาขาวิชา	เทคโนโลยีโทรคมนาคม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
ปีการศึกษา	2538

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

_____ประธานกรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

_____
( )
หัวหน้าภาควิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน

ระบบขยายเสียงในการประชุม

ชื่อนักศึกษา

นาย ชูศักดิ์ กิตติธรกุล 36013241

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ อุทัย ศรีธีระวิโรจน์

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นโครงงานเกี่ยวกับระบบเสียงในการประชุม ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริงในหน่วยงานต่างๆ โดยหลักการก็คือ ไมค์แต่ละแท่นมีวงจรขยายเสียงในตัวเอง แต่ไม่ขยายเสียงตัวเอง เนื่องจากทำงานกันคนละช่วงเวลา และ จะมีส่วนบันทึกเสียงซึ่งจะทำการบันทึกวาระการประชุมเก็บไว้เป็นหลักฐานการประชุม นอกจากนี้ยังมีไฟแสดงผลการทำงานของไมค์แต่ละตัวขณะที่ยังทำงานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT NAME

CONFEFERRENCE AMPLIFIER SYSTEM

STUDENT NAME

CHUSAK KITTITORMKUL 36013241

ADVISOR

MR. UTAI SRITEERAVIROTE

YEAR 1995

ABSTRACT

This project is about conferrence amplifier system. It can be take to work in each firm. The basic principle is each micbox has amplifrer circuit in itself , but not amplify itself because they work in differrece period, and this project has recorder for record the topic and main idea , and has display for show off the work of each mic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

กว่าโครงงานชิ้นนี้จะสำเร็จเป็นรูปเป็นร่างออกมาได้ ผมก็ต้องขอขอบพระคุณบุคคลเหล่านี้เป็นอย่างสูง **อ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์** ซึ่งเป็นอาจารย์หัวหน้าภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ ยังเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของผมอีกด้วย ท่านได้กรุณามอบแนวคิดให้ผม และ ยังให้คำปรึกษาต่างๆ อีกด้วย **คุณ นพคุณ อินทร์แก้ว** ซึ่งเป็นเพื่อนตั้งแต่สมัยเรียน ปวช. ที่ช่วยผมทำโครงงานชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี สุดท้ายนี้ผมขอขอบคุณทุกท่านที่ผมได้เอ่ยนามมาแล้วข้างต้นเป็นอย่างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่1	บทนำ	1
บทที่2	วงจรขยายเสียง (AMPLIFIFIER CIRCUIT)	2
	2.1 วงจรขยายเสียงเบื้องต้น	2
	2.2 ชนิดต่าง ๆ ของวงจรขยาย	3
	2.3 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับวงจรขยาย	6
	2.4 พารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยาย	6
บทที่3	วงจรค่าระดับแรงไฟ (REGULATOR CIRCUIT)	8
	3.1 เปอร์เซนต์ เร็กกูเลชัน	8
	3.2 การทำงานของวงจร	8
	3.3 การออกแบบ	8
บทที่4	ส่วนประกอบของโครงงาน	10
บทที่5	การออกแบบ การสร้าง และ การทำงานของโครงงาน	15
	5.1 การออกแบบ	15
	5.2 การสร้าง	17
	5.3 การทำงาน	18
บทที่6	บทสรุป และ วิจารณ์	19
หนังสืออ้างอิง		20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันนี้การประชุมเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ในการที่จะสรุปผลงานที่ได้ในแต่ละคาบของการทำงาน เช่น รายสัปดาห์ หรือ รายปักษ์ เป็นต้น แล้วแต่ว่าทางผู้บริหารกำหนดเป็นนโยบายไว้อย่างไร ซึ่งการประชุมในแต่ละครั้งนั้น อาจจะมีสมาชิกเข้าประชุมมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยงานนั้น ระบบเสียงที่ใช้ในการประชุมที่ใช้อยู่ทั่วๆ ไปก็คือ ไมโครโฟน มิกเซอร์ เครื่องขยาย และ ลำโพง ซึ่งส่วนของระบบเสียงที่ใช้ในการประชุมนี้ถือว่าเป็นต้นทุนเช่นกัน หน่วยงาน หรือ บริษัทต่างๆ นั้น มีนโยบายเสียงที่ใช้ในการประชุมแบบนี้มีต้นทุนที่สูง เนื่องจาก มิกเซอร์ เครื่องขยาย และ ลำโพงนั้นมีราคาแพง จากแนวคิดนี้จึงเป็นที่มาของโครงงานนี้ ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในบทต่อๆ ไป

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 2 วงจรขยาย ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดเบื้องต้นของวงจรขยาย เช่น วงจรขยายเบื้องต้น ชนิดต่างๆ ของวงจรขยาย ข้อพิจารณาต่างๆ เกี่ยวกับวงจรยายทรานซิสเตอร์พารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยาย

บทที่ 3 วงจรคงค่าระดับแรงไฟ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของภาคจ่ายไฟเลี้ยง

บทที่ 4 จะกล่าวถึงโครงสร้าง และ ส่วนประกอบของโครงงาน

บทที่ 5 จะกล่าวถึงการออกแบบ และ การสร้างโครงงาน

บทที่ 6 เป็นบทสรุป และ วิจารณ์โครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

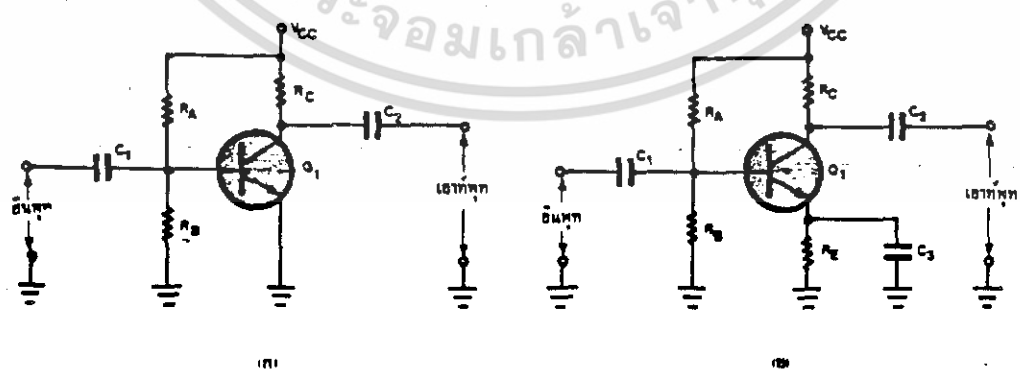
วงจรขยาย (AMPLIFIER CIRCUIT)

2.1 วงจรขยายเบื้องต้น

รูปที่ 1 เป็นวงจรขยายแบบภาคเดียว สังเกตว่ามี C_1 และ C_2 ใส่เพื่อป้องกันกระแสไฟตรง จากเครื่องขยายไหลออกไปยังวงจรภาคข้างเคียงที่ติดกัน หรือ เป็นตัวกันกระแสไฟตรงของวงจรขยายข้างเคียงไหลเข้ามารบกวนการทำงานของเครื่องขยายในบางกรณีเราจำเป็นต้องใส่ C_3 ซึ่งเรียกว่าตัวเก็บประจุบายพาส

สัญญาณอินพุท ถูกป้อนไปยังวงจรขยายระหว่าง เบส และ กราวนด์ คร่อมตัวต้านทาง R_B สัญญาณเอาท์พุทเอาออกที่คอลเลคเตอร์ และ กราวนด์ สัญญาณที่ป้อนเข้าทำโดยการบวกเข้า หรือ หักจากระดับไฟตรงคร่อม คตท. R_B

เมื่อการเปลี่ยนแรงดันคร่อม R_B มีค่าสูงขึ้นจะทำให้กระแสเบสเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเมื่อกระแสเบสเพิ่มขึ้น กระแสคอลเลคเตอร์ก็เพิ่มขึ้น แรงดันตกคร่อม RB ก็เพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงดันคร่อม R_C รวมกับแรงดันจากคอลเลคเตอร์ไปยังกราวนด์เท่ากับ +VCC ดังนั้นเมื่อมีแรงดันตกคร่อม R_C เพิ่มขึ้น แรงดันจากคอลเลคเตอร์ไปกราวนด์จะลดลง ส่วนที่เปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถผ่าน C_2 ออกไปได้ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเมื่อแรงดันเข้าที่เบสเพิ่มขึ้น แรงดันที่ออกจากคอลเลคเตอร์จะลดลง เราเรียกสัญญาณที่มีลักษณะเพิ่มลดตรงกันข้ามนี้ว่า มีเฟสต่างกัน 180 องศา สัญญาณที่ออกจากเลคเตอร์นี้จะมีสัดส่วนเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณเข้า



รูปที่ 1 วงจรขยายเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่มี C_s กระแสที่ผ่านคอลเลคเตอร์ และ เบส ทั้งหมดจะต้องผ่าน R_E ทำให้เกิดแรงดันครอม R_E เพิ่มขึ้น ส่วนที่เพิ่มขึ้นนี้จะหักล้างผลของแรงดันคร่อม R^B ที่มีต่อ V_{BE} ทำให้ V_{BE} เหลือน้อยลงกว่าเมื่อไม่มี R_E ผลคือ กระแสเบสลดลงทำให้กระแสคอลเลคเตอร์ลดลง นั่นคือทำให้แรงดันตกคร่อม R_C (เฉพาะส่วนที่เปลี่ยนแปลง) มีค่าน้อยลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เกิดจากการย้อนกลับแบบลบของสัญญาณจากเอาท์พุทมายังอินพุทโดยผ่าน R_E การป้อนกลับทำให้มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น แต่ทำให้อัตราขยายลดลง การย้อนกลับแบบลบทางอีมิตเตอร์นี้ อาศัยกระแสที่ไหลออกจากอีมิตเตอร์เราจึงเรียกว่า "การย้นกลับด้วยกระแส" และ การย้อนกลับที่เกิดขึ้นที่ตัววงจรขยายเองเราจึงเรียกว่า "การย้อนกลับในตัว"

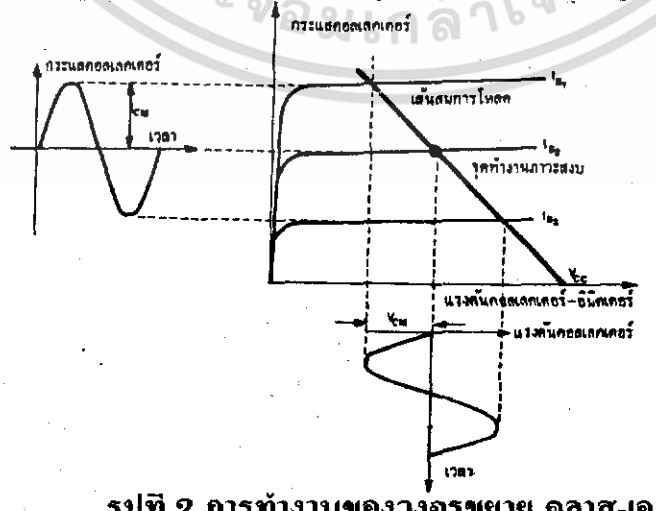
2.2 ชนิดต่างๆ ของวงจรขยาย

การจัดแบ่งชนิดของเครื่องขยายขึ้นอยู่กับการเลือกจุดทำงานของวงจรขยายนั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นชนิด หรือ คลาส ได้เป็น **คลาส-เอ คลาส-บี คลาส เอ- บี** และ **คลาส-ซี** ซึ่งพอจะอธิบายชนิดวงจรได้ดังนี้

วงจรขยาย คลาส-เอ

วงจรขยายชนิดนี้ มีจุดทำงานอยู่ในช่วงแอคทีฟ หรือ ช่วงการทำงานของทรานซิสเตอร์เป็นเชิงเส้น คือ อยู่สูงกว่าจุดคัท-ออฟ โดยอยู่ในช่วงที่ทำให้เกิดมีกระแสคอลเลคเตอร์ไหลในวงจรตลอดเวลา ถึงแม้ไม่มีสัญญาณเข้ามาทางอินพุทก็ตาม

วงจร คลาส-เอ นิยมใช้กับวงจรขยายทั่วไปโดยเฉพาะภาคปรีแอมปลิไฟเออร์ ซึ่งต้องการเสียงเพี้ยนน้อยที่สุด แต่วงจรขยาย คลาส-เอ มีข้อเสียที่ประสิทธิภาพทางด้านกำลังขยายไม่ดีเท่าที่ควร คือ ให้ประสิทธิภาพต่ำ ประมาณ 25 % เมื่อเชื่อมต่อโดยตรงกับโหลด เพราะมีกำลังงานสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟตรงไหลอยู่ตลอดเวลาแม้ไม่มีสัญญาณอินพุทเข้ามา

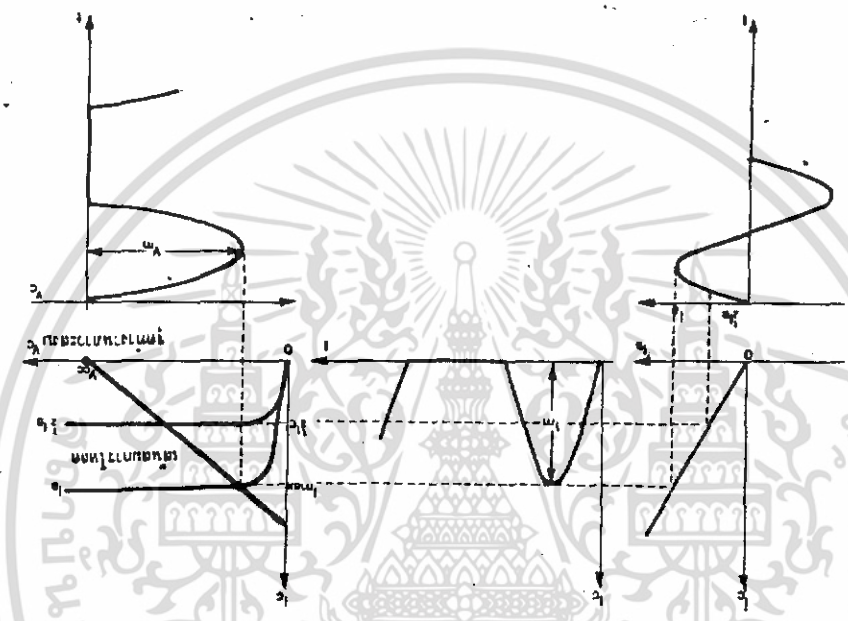


รูปที่ 2 การทำงานของวงจรขยาย คลาส-เอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยาย คลาส-บี

วงจรขยาย คลาส-บี เหมาะสำหรับขยายสัญญาณที่กำลังสูงๆ เพราะประสิทธิภาพของการขยายดีกว่าแบบ คลาส-เอ เนื่องจากในวงจรขยาย คลาส-เอ จะมีกระแสไหลอยู่ตลอดเวลา แม้ไม่มีอินพุทเข้ามา แต่วงจรขยาย คลาส-บี จะเป็นการไบอัสวงจรที่จะคัทออฟ ดังในรูปที่ 3



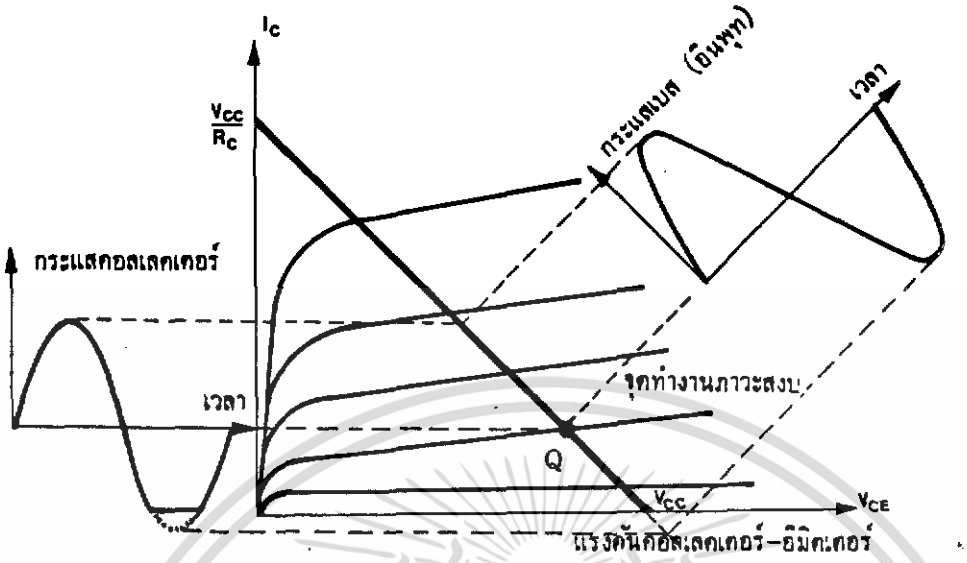
รูปที่ 3 แสดงการทำงานของวงจรขยาย คลาส-บี

ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามา หรือ สัญญานอินพุทเป็นลบ จะไม่มีกระแสไหลในวงจร แต่เราอาจแปลกใจว่าวงจรขยาย คลาส-บี จะไม่ทำให้สัญญาณเพี้ยนไปหรือ เนื่องจากสามารถขยายสัญญาณได้เพียง ครึ่งบวก หรือ ครึ่งลบเท่านั้น เราสามารถแก้ปัญหานี้โดยใช้วงจรทรานซิสเตอร์สองตัวขยายสัญญาณตัวละครึ่งของสัญญาณ สัญญาณรวมจะเป็นเหมือนสัญญาณอินพุท ตัวอย่าง เช่น วงจรขยาย พุท-พูล เป็นต้น

วงจรขยาย คลาส-เอบี

วงจรขยายแบบนี้จะมีการไบอัสแรงดัน เพื่อให้จุดทำงานของทรานซิสเตอร์อยู่สูงกว่าจุดคัทออฟเล็กน้อย จึงมีกระแสไหลในวงจรเพียงเล็กน้อยในขณะที่ไม่มีสัญญาณเข้ามา วงจรขยาย คลาส-เอบี นิยม ใช้กันมากในการขยายเสียงแบบเครื่องขยายเสียงในภาคกำลังโดยการต่อแบบ พุท-พูล เช่น เดียวกับวงจรขยาย คลาส-บี

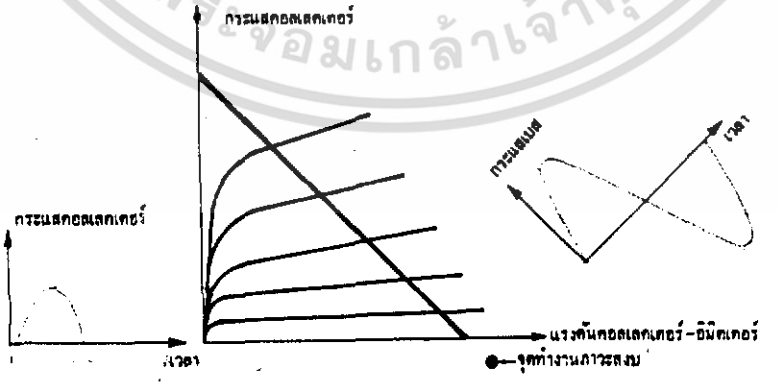
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงการทำงานของวงจรขยาย คลาส-เอบี

วงจรขยาย คลาส-ซี

วงจรชนิดนี้ แปลกกว่าทุกชนิดที่กล่าวมาแล้ว คือ วงจรได้รับการไบอัสให้จุดทำงานของทรานซิสเตอร์ต่ำกว่าจุด คัท-ออฟ หรือ ไม่มีกระแสไหลในวงจรขณะไม่มีสัญญาณเข้ามา โดยทั่วไปจะให้ประสิทธิภาพการทำงาน(ทางด้านกำลัง)สูงสุด แต่ไม่เหมาะจะนำมาทำเป็นวงจรขยายเสียงเพราะจะเกิดการเพี้ยนอย่างมาก วงจรนี้เหมาะกับวงจรขยายสัญญาณที่มีความถี่คงที่ เช่น วงจรกำหนดสัญญาณความถี่สูง วงจรมอดูเลท เป็นต้น การทำงานจะได้กระแสคอลเลคเตอร์ไหลเป็นหัลซ์ ดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทำงานของวงจรขยาย คลาส-ซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

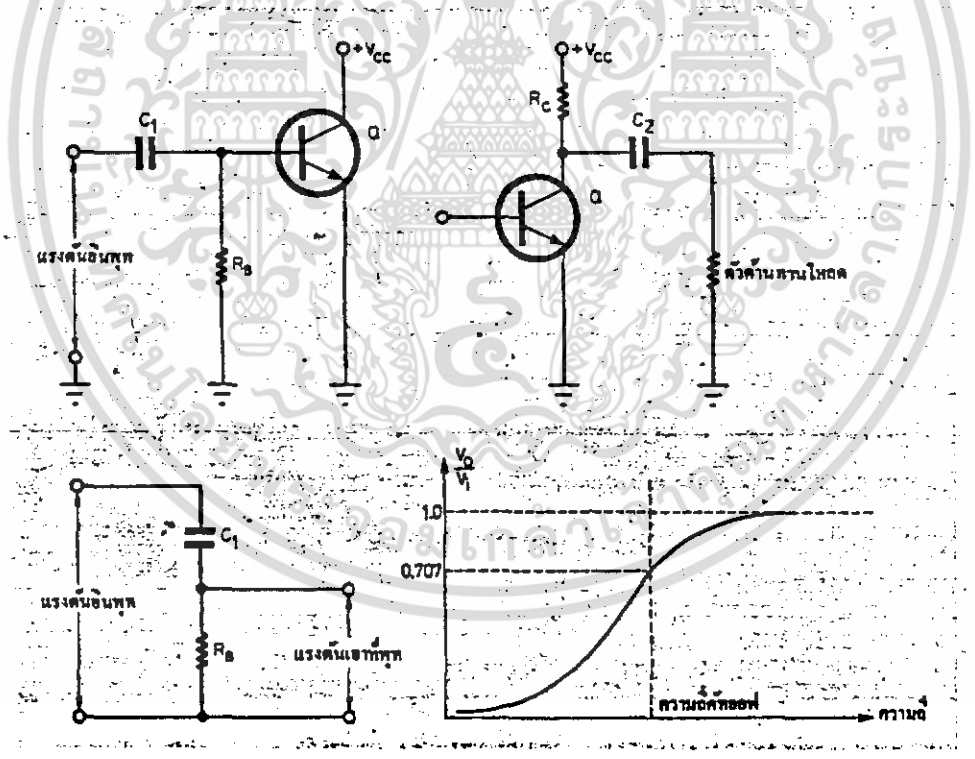
2.3 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับวงจรขยาย

ในการที่ทรานซิสเตอร์ ทำงานเป็นปกติ โดยไม่มีการขลิบสัญญาณ และ วงจรสามารถขยายสัญญาณได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จะต้องคำนึง หรือ พิจารณาในการสร้างวงจรดังนี้

ในกรณีที่มีการกำหนดค่าแรงดัน V_{CC} แรงดันนี้จะเป็นตัวกำหนดค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาณเอาท์พุท จากยอดคลื่น บวก-ลบ ถ้าวงจรทำงานใน คลาส-เอ เราต้องทำให้แรงดันที่คอลเลคเตอร์มีค่าประมาณ 1/2 ของ V_{CC}

ในกรณีที่แรงดันสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟมีไม่จำกัด ตัวสำคัญที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้ค่าแรงดันพังระหว่างคอลเลคเตอร์ และ อิมิตเตอร์ เมื่อเปิดวงจรเบส โดยจะต้องไม่ให้แรงดันระหว่างคอลเลคเตอร์ และ อิมิตเตอร์ ของทรานซิสเตอร์เกินกว่าค่าแรงดันนี้ โดยทั่วไปเราจะต้องให้ค่าแรงดันเอาท์พุทมีค่าน้อยกว่าแรงดันบ้าง นี้ไม่น้อยกว่า 10% เพื่อความปลอดภัย

การเลือกค่า C_1 และ C_2 ซึ่งเชื่อมโยงกับภาคอื่นๆ ขึ้นอยู่กับความถี่ต่ำสุดที่ต้องการ และ คตท. ที่ต่ออยู่กับตัวเก็บประจุถ้าความถี่สูงขึ้น ค่ารีแอกแตนซ์ของตัวเก็บประจุจะลดลง



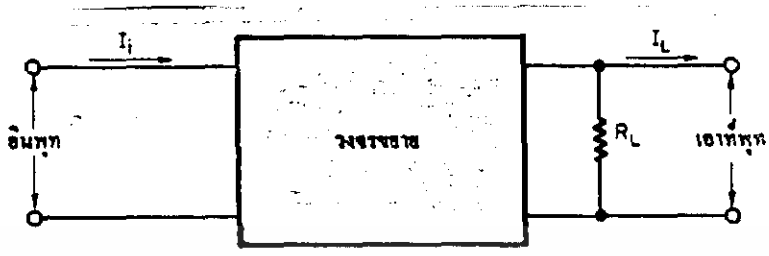
รูปที่ 6 ผลของตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2 ต่อวงจรขยาย

2.4 พารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยาย

เพื่อให้เข้าใจวงจรขยายดียิ่งขึ้น เราจำเป็นต้องเข้าใจตัวพารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยายเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาคุณสมบัติของวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานอินพุท



รูปที่ 7 บล็อกไดอะแกรมแสดงวงจรขยาย

ความต้านทานอินพุท คือ ความต้านทานที่วัดได้ที่ขั้วอินพุทของวงจรขยาย หาได้จากวงจรสมบูลย์ ดังรูปที่ 7

$$R_i = \frac{V_1}{I_1}$$

ความต้านทานเอาท์พุท

ความต้านทานเอาท์พุท คือ ความต้านทานที่วัดได้ที่ขั้วเอาท์พุทของวงจรขยายหาได้จากวงจรสมบูลย์ ดังรูปที่ 7

$$A_i = \frac{i_L}{I_i}$$

อัตราขยายแรงดัน

อัตราขยายแรงดัน คือ ค่าอัตราส่วนของแรงดันเอาท์พุทกับแรงดันอินพุท

$$A_V = \frac{V_O}{V_1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วงจรคงค่าระดับแรงไฟ (REGULATOR CIRCUIT)

ในอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์แทบทุกชนิดที่มีคุณภาพดีจะขาดไม่ได้ที่จะต้องมีวงจรนี้ประกอบอยู่ด้วย เพื่อที่จะรักษาระดับแรงดันไฟให้คงที่อยู่เสมอสำหรับจ่ายไปเลี้ยงวงจรอื่นๆ ในบทนี้เราจะกล่าวถึงวงจรคงค่าระดับแรงไฟ (ในที่นี้ขอเรียกสั้นๆ ว่า เร็กกูเลเตอร์)

3.1 เปอร์เซนต์ เร็กกูเลชัน

การวัดคุณภาพของภาคจ่ายไฟวิธีหนึ่ง คือ **วัดโวลเตจ** ที่ออกมาขณะมีโหลดเทียบกันตอนไม่มีโหลดว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ค่าที่ได้เรียกว่าเปอร์เซนต์ เร็กกูเลชัน

$$\% \text{ เร็กกูเลชัน} = \frac{V(\text{ไม่มีโหลด}) - V(\text{มีโหลด}) \times 100\%}{V(\text{มีโหลด})}$$

ในการออกแบบเราต้องการให้ไฟที่ได้ออกมาเสถียรภาพที่สุด ดังนั้นจึงต้องเพิ่มภาคที่ทำให้เกิดเร็กกูเลทต่อจากภาคเร็คติไฟเออร์

3.2 การทำงานของวงจร

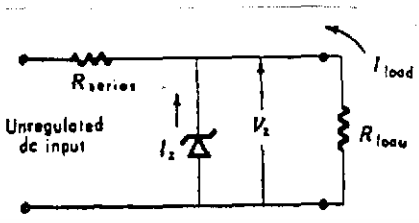
โวลเตจ ที่ป้อนเข้าวงจรเร็กกูเลเตอร์จะต้องมากกว่าโวลเตจออก และกระแสต้องเพียงพอต่อซีเนอร์ไดโอด และ โหลด โวลเตจที่คร่อมซีเนอร์ไดโอด และ คร่อม โหลดจะเท่ากัน คือ เท่ากับโวลเตจซีเนอร์เบรคดาวน์ ถ้าไฟที่เข้าเปลี่ยนแปลง หรือ กระแสที่ออกเปลี่ยนแปลง กระแสซีเนอร์จะเปลี่ยน ทำให้โวลเตจคร่อมตัวต้านทานเปลี่ยนด้วย เพื่อรักษาโวลเตจที่ออกให้คงที่เป็นค่า V_Z

3.3 การออกแบบ

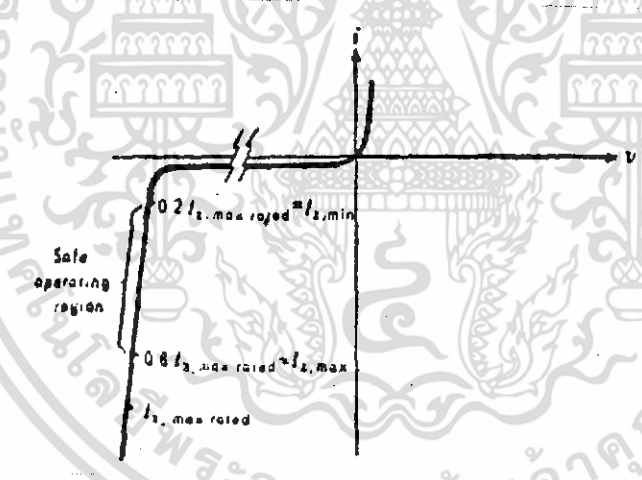
ซีเนอร์ไดโอด เหมือนกับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป คือ จะมีอัตราการใช้กำลังไฟมากเท่าไร ถ้าใช้งานเกินอัตรานี้แล้วไดโอดจะเสีย และ จากค่าอัตรานี้เราสามารถหาค่ากระแสมากที่สุดที่ซีเนอร์ไดโอดยังทำงานได้จากสูตร

$$P_Z = V_Z I_Z$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ซีเนอร์ไดโอดทำงานเหมือนไดโอดธรรมดา และ ยังทำหน้าที่ให้โวลเตจตกคร่อมเมื่อป้อนกลับคงที่



รูปที่ 2 คุณสมบัติซีเนอร์ไดโอดแสดงช่วงการทำงานที่ปลอดภัย

ในการทำงานจริงๆ เราต้องเผื่อไว้ให้ห่างจากอัตรากำลังไฟสูงสุด โดยใช้ค่าปัจจัยความปลอดภัยคิดด้วย คือ ให้กระแสซีเนอร์ไดโอดใช้เพียง 80% ของอัตรากระแสซีเนอร์สูงสุด

จุดทำงานสูงสุดใช้ส่วนตรงห้นจากส่วนที่งอแล้วเพื่อเลี่ยงไม่ให้กระแสซีเนอร์ต่ำเกินไป ค่าที่เหมาะสมของกระแสซีเนอร์ควรเป็นอย่างน้อย 20% ของกระแสซีเนอร์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

โครงสร้าง และ ส่วนประกอบของโครงงาน

4.1 ส่วนประกอบของโครงงาน

ส่วนประกอบที่สำคัญของโครงงานมี 3 ส่วน ได้แก่

4.1.1 ภาคจ่ายไฟ และ ส่วนบันทึกสัญญาณเสียง

4.1.2 เคเบิลนำสัญญาณ

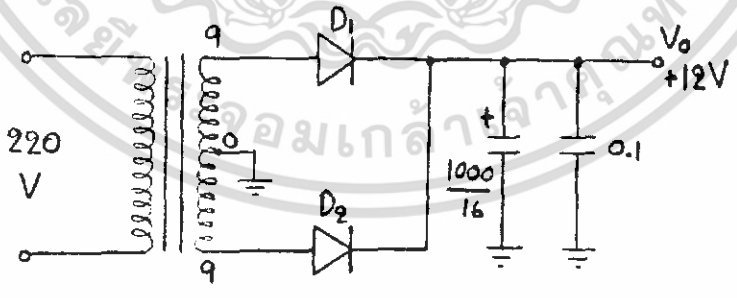
4.1.3 ส่วนของแท่นไมโครโฟน

4.1.1 ภาคจ่ายไฟ และ ส่วนบันทึกสัญญาณเสียง

ภาคจ่ายไฟของโครงงานนี้มี 2 ภาค คือ

- ภาคจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงวงจรขยายเสียง
- ภาคจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงปรีไมค์ ปรีเทป และ เครื่องบันทึกเสียง

ภาคจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงวงจรขยายเสียง แสดงดังรูปข้างล่างนี้



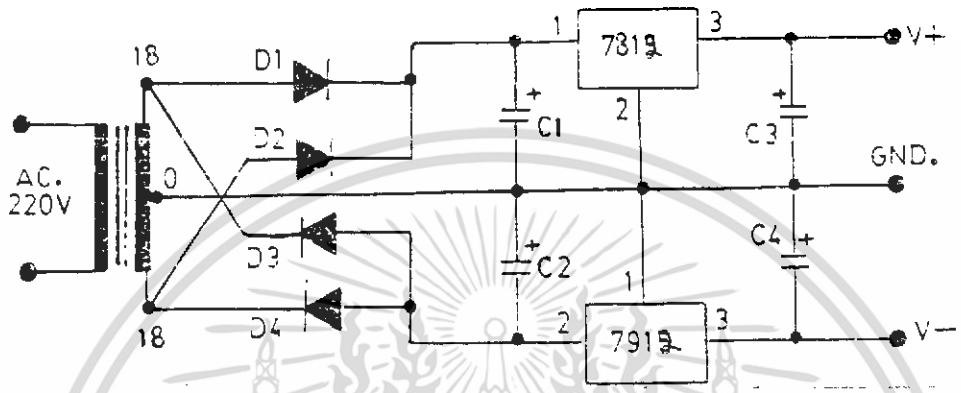
รูปที่ 1 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจรขยายเสียง

สำหรับวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยงแก่วงจรขยายเสียงนั้นเราจะใช้วงจรฟูลเวฟเร็คติไฟ

เออร์ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงปรีไมค์ ปรีเทป และ เครื่องบันทึกเสียง แสดงดังรูปข้างล่างนี้



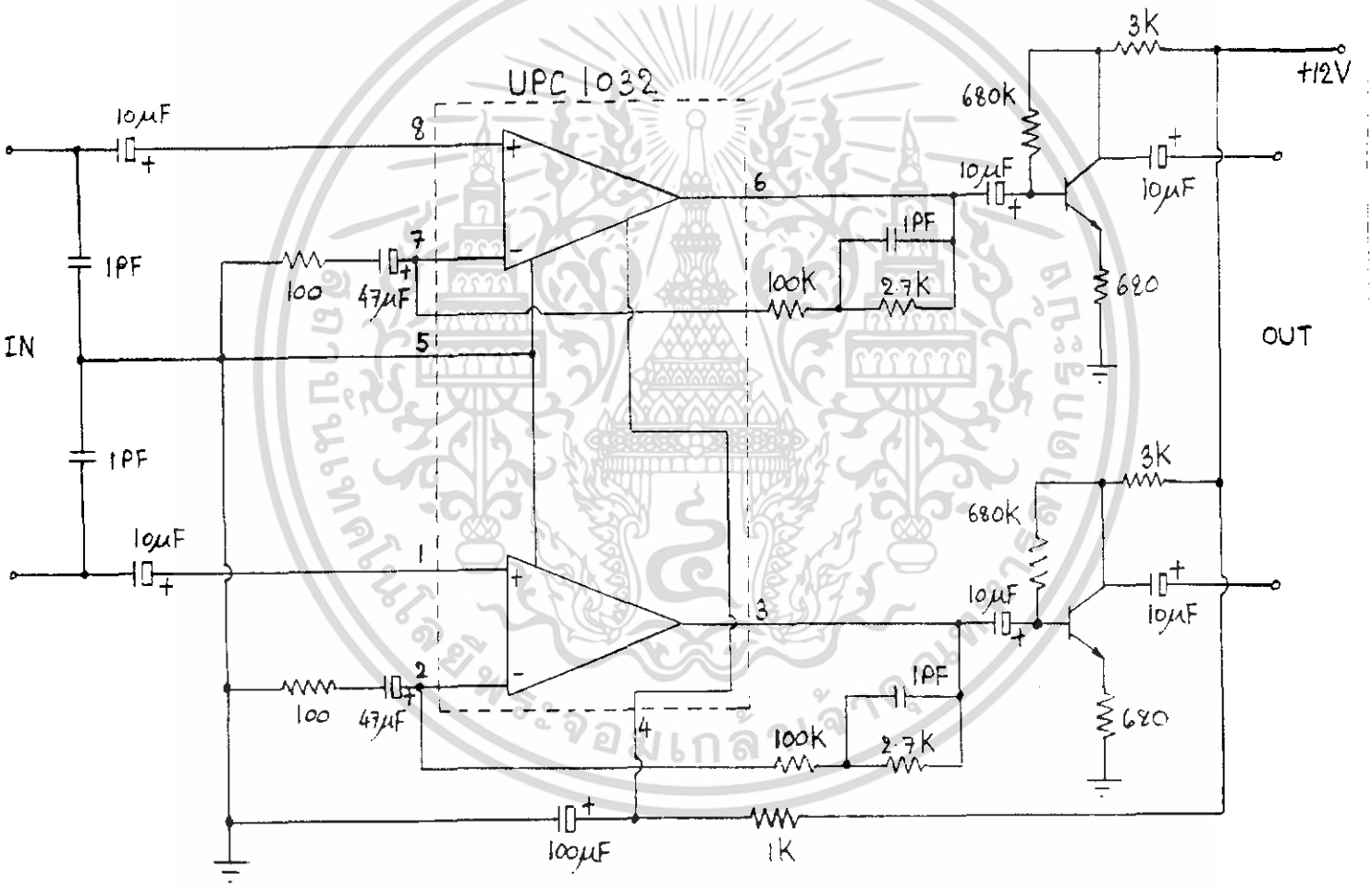
รูปที่ 2 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยง ปรีไมค์ ปรีเทป และ เครื่องบันทึกเสียง

สำหรับวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยงแก่ปรีไมค์ ปรีเทป และ เครื่องบันทึกเสียง นั้น ต้องใช้วงจรเร็กกูเลเตอร์ เนื่องจากต้องการความละเอียดอ่อนมาก ถ้าใช้วงจรเร็คติไฟเออร์ธรรมดาเป็นภาคจ่ายไฟจะเกิดการไม่เรียบของแรงดันไฟตรง และ ริปเปิลที่เกิดขึ้นซึ่งจะถือว่าเป็น น้อยส์ ผ่านเข้าไปยังวงจรปรีไมค์ และ ปรีไมค์ซึ่งจะขยายสัญญาณเสียงพูดจากไมโครโฟน ก็จะขยายริปเปิลน้อยส์ด้วย ทำให้สัญญาณเอาท์พุทที่ออกจากปรีไมค์มีริปเปิลน้อยส์ติดไปด้วย และ เมื่อไปเข้าวงจรขยายเสียง วงจรขยายเสียงก็จะขยายทั้งสัญญาณเสียงพูด และ ริปเปิลน้อยส์ ทำให้เสียงที่ออกทางลำโพงจะมีทั้งเสียงพูด และ เสียงรบกวน สัญญาณเอาท์พุทของปรีไมค์อีกส่วนหนึ่งจะวิ่งไปเข้าปรีเทป สัญญาณเสียงพูดรวมทั้ง ริปเปิลน้อยส์ก็จะวิ่งเข้าปรีเทป และ ปรีเทปก็จะขยายทั้งสัญญาณเสียงพูด และ ริปเปิลน้อยส์ ดังนั้นสัญญาณที่ออกจากปรีเทปไปเข้าหัวเทป (บันทึก) ก็จะมีริปเปิลน้อยส์ ซึ่งถูกขยายแล้วติดไปด้วย เมื่อบันทึกเข้าไปแล้ว และนำมาฟังใหม่ เสียงที่ได้ก็จะไม่ใส และ มีเสียงรบกวน เนื่องจากริปเปิลน้อยส์รวมอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนบันทึกสัญญาณ

ส่วนของการบันทึกสัญญาณจะประกอบด้วย ปรีเทป และ เครื่องบันทึกเทปซึ่งส่วนบันทึกสัญญาณนี้จะนำสัญญาณจากเอาท์พุทของปรีไมค์มาเข้าอินพุทของปรีเทป ซึ่งวงจรปรีเทปนี้จะทำการจัดรูปร่าง และ ระดับสัญญาณให้พอเหมาะ เพื่อจะส่งเข้าไปบันทึกที่หัวบันทึก (หัวเทป) ของเครื่องบันทึกเทป วงจรปรีเทปนี้จะอาศัยไฟเลี้ยงจากภาคเรกกูเลเตอร์ 12 V เช่นเดียวกับปรีไมค์ วงจรปรีเทปแสดงดังรูปข้างล่างนี้



รูปแสดงส่วนของวงจรปรีเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เคเบิลนำสัญญาณ

เคเบิลนำสัญญาณนี้ เป็นส่วนประกอบสำคัญอีกส่วนหนึ่งของโครงงานนี้ เนื่องจากเคเบิลนำสัญญาณนี้ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ทั้งนำสัญญาณเสียง และ ไฟเลี้ยงวิ่งไปมาระหว่างส่วนต่างๆ ของวงจร ซึ่งเคเบิลนำสัญญาณที่ใช้ในโครงงานนี้จะใช้สายซีลด์ 5 เส้น พร้อมทั้งปลั๊ก 5 ขั้ว ดังรูปข้างล่าง

รูปที่ 3 แสดงเคเบิลนำสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ส่วนของแท่นไมโครโฟน

ส่วนของแท่นไมโครโฟน ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 5 ส่วน คือ

- ไมโครโฟน
- วงจรปรีไมค์
- ลำโพง
- สวิทช์ตัดต่อวงจร

ไมโครโฟน

ไมโครโฟน เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียง เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อนำไปเข้าวงจรปรีไมค์

วงจรปรีไมค์

วงจรปรีไมค์ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ ขยายสัญญาณเสียง (แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วโดยไมโครโฟน) ขึ้นมาระดับหนึ่ง เพื่อป้อนให้วงจรขยายเสียง และ วงจรปรีเทป

วงจรขยายเสียง

วงจรขยายเสียง เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ ขยายสัญญาณที่ได้จากวงจรปรีไมค์เพื่อส่งไปให้ลำโพง

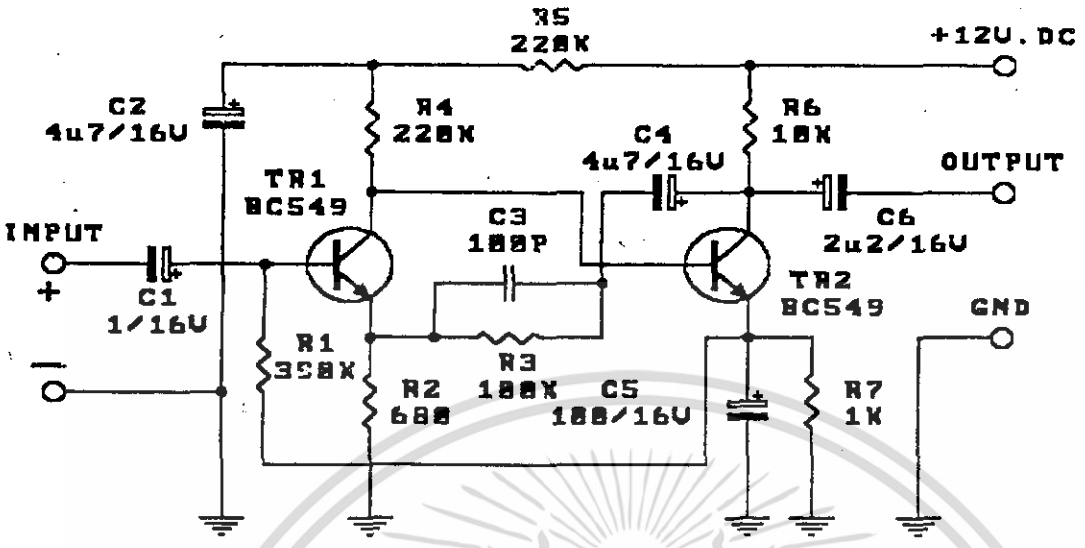
ลำโพง

ลำโพง เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากวงจรขยายเสียงเป็นเสียง

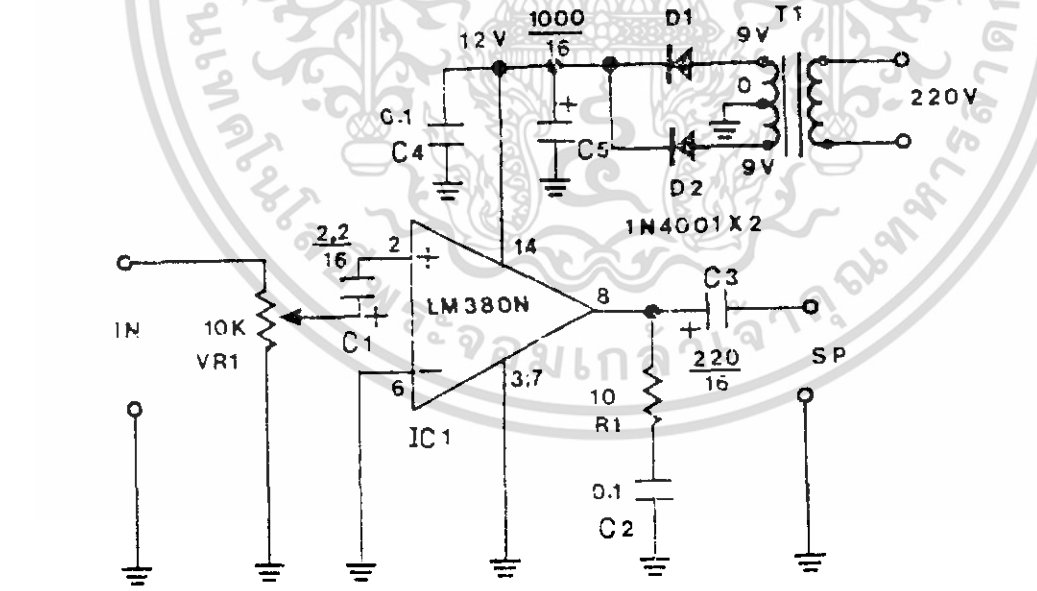
สวิทช์ตัดต่อวงจร

สวิทช์ตัดต่อวงจร ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรปรีไมค์ และวงจรขยายเสียง ให้ทำงานคนละช่วงเวลากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงส่วนของวงจรปรีไมค์



รูปที่ 5 แสดงส่วนของวงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรปรีไมค์ และ วงจรขยายเสียงของโครงงานชิ้นนี้ จะใช้วงจรสำเร็จรูปของ EPS ซึ่งจะมีขายตามบ้านหม้อ ซึ่งคุณลักษณะพิเศษของทั้งสองวงจรจะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

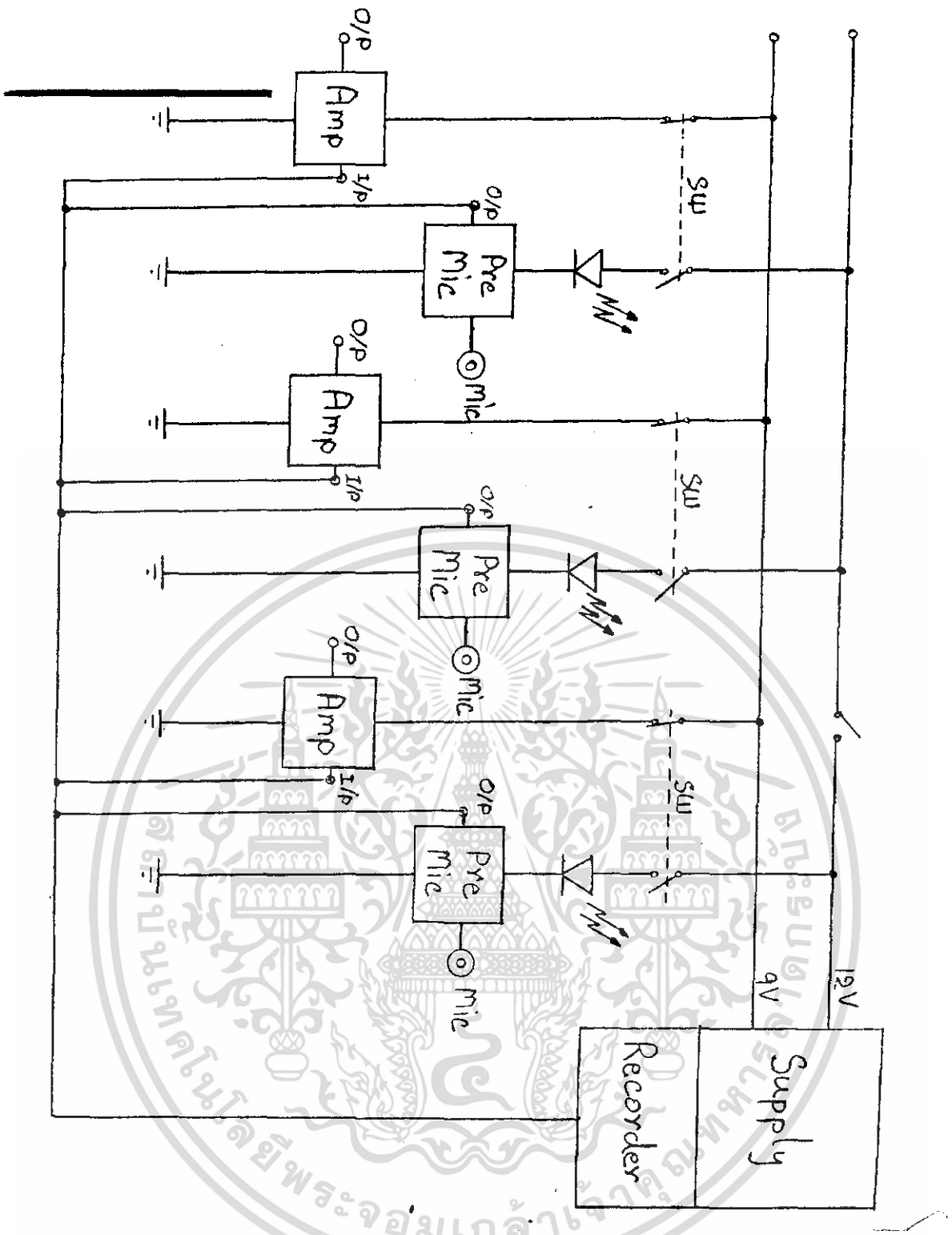
วงจรปรีไมค์

ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนแบบอิมพีแดนซ์ต่ำ (200-600 โอห์ม) ได้ดี เนื่องจากวงจรวงจรได้รับการออกแบบให้มีอัตราขยายสูง แต่ในกรณีที่ใช้กับไมโครโฟน แบบอิมพิแดนซ์สูง ซึ่งปกติจะให้สัญญาณแรงกว่าไมโครโฟนแบบอิมพีแดนซ์ต่ำ ควรใช้ความต้านทานแบบปรับค่าได้ลดความแรงของไมโครโฟนเสียก่อน มิฉะนั้นสัญญาณอาจจะแรงจนเสียงเพี้ยนได้ และวงจรปรีไมค์นี้ใช้ไฟ + 12 VDC ซึ่งควรจะนำมาจากภาคจ่ายไฟที่มีเรกกูเลเตอร์ เพื่อป้องกันสัญญาณ รบกวนจากรีปเปิลโวลเตจ

วงจรขยายเสียง

ส่วนวงจรภาคขยายเสียง จะใช้ไฟเลี้ยงจากชุดฟูลเวฟ ซึ่งชุดฟูลเวฟนี้ จะนำ 9-0-9 VAC จากขดเซคกันดารีของหม้อแปลงมาผ่าน D1 ,D2 แล้ว ฟิลเตอร์ให้เรียบด้วย C5 1000 mf/16 V สำหรับ C4 0.1 mf/16 V ทำหน้าที่บายพาสสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจากหม้อแปลงลงกราวนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 5

การออกแบบ การสร้าง และ การทำงานของโครงงาน

5.1 การออกแบบ

86896

รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรม เราจะเห็นว่าวงจรปรีไมค์ และ วงจรขยายเสียงจะทำงานคนละช่วงเวลากัน ดังนั้น เราจึงอาศัยจุดนี้ออกแบบโครงงานให้ประหยัดสายเคเบิล โดยการให้สัญญาณวิ่งไปวิ่งมาในสายเคเบิลเส้นเดียว โดยไม่เกิดผลกระทบข้างเคียงต่อระบบ

จากการที่เราใช้วงจรภาคจ่ายไฟ 2 วงจร ก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่เรานำมาออกแบบให้แท่นไมค์ของประธานเป็นตัวควบคุมไมค์ตัวอื่นของสมาชิก โดยการตัดไฟเลี้ยงวงจรปรีไมค์ของไมค์ตัวอื่น โดยใช้สวิทช์เป็นตัวควบคุม

สัญญาณที่ออกจากเอาท์พุทของวงจรปรีไม่ค์จะแยกเป็น 2 ทาง ทางหนึ่งจะไปเข้าอินพุทของวงจรขยายเสียง และ อีกส่วนหนึ่งจะวิ่งไปเข้าวงจรปรีเทป เพื่อนำสัญญาณเสียงไปบันทึก

ขณะที่ไมโครโฟนตัวหนึ่งทำงาน เราจะรู้ได้ยังไงว่าไมโครโฟนตัวไหนกำลังทำงานอยู่ เราสามารถรู้ได้จากไฟแสดงผล ซึ่งเราใช้ LED สีแดงเป็นตัวแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การสร้าง

ก่อนอื่นเราต้องทำการตรวจสอบ ดูว่าแต่ละวงจร กราวนด์เป็นลูป หรือ เปล่า (กราวนด์เป็นวงปิด) ถ้ากราวนด์เป็นลูปเราต้องทำการตัดกราวนด์เพื่อทำให้กราวนด์เป็นเส้นเดียวกันตลอดถ้ากราวนด์เป็นลูป เมื่อเราต่อวงจรเพื่อให้โครงงานทำงานจะเกิดเสียงรบกวน เนื่องจากกราวนด์ลูป ถ้ากราวนด์เป็นวงปิด เราก็ทำการต่อวงจรในแต่ละบล็อก (กล่อมไมค์) ตามวงจรที่มีอยู่จากนั้นให้ทำการตรวจเช็คอีกทีว่าแต่ละวงจรที่ ต่อกันนั้นกราวนด์เป็น วงปิดหรือเปล่า ถ้าเป็นวงปิด เราต้องทำให้กราวนด์เป็นเส้นเดียวกันตลอด

เมื่อต่อวงจร ในแต่ละบล็อกเรียบร้อยแล้ว เราก็มาทำการต่อวงจรในส่วนของภาคจ่ายไฟ และ ส่วนของการบันทึกเสียง

เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราจึงมาทำการต่อสายเคเบิลนำสัญญาณ เข้ากับปลั๊ก 5 ขั้ว ซึ่งข้อควรระวังในขั้นตอนนี้ก็คือ พยายามต่อสายนำสัญญาณแต่ละเส้นให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ถ้าผิดพลาดในขั้นตอนนี้แล้ว เมื่อเราประกอบเสร็จเรียบร้อยพร้อมใช้งาน และ เมื่อเราทำทดสอบจะทำให้โครงงานเสียหาย จึงพึงระมัดระวังในขั้นตอนนี้

ที่พิเศษก็คือ เราสามารถนำเอาท์พุทของปรีไมค์และอินพุทของภาคขยายในแต่ละบล็อกมาต่อขนานกันได้ โดยที่ภาคขยายในแต่ละบล็อกจะไม่ขยายสัญญาณเอาท์พุทของปรีไมค์ที่อยู่ในบล็อกเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การทำงาน

เมื่อเราประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการต่อเคเบิลนำสัญญาณเข้ากับกล่องแต่ละกล่อง จากนั้นเปิดเมนสวิทช์ จากนั้นก็ลองเปิดไมค์ประธานก่อนไมค์ตัวอื่นให้ตัดออกไปก่อน เพื่อเปลี่ยนเป็นภาคขยายเสียง จากนั้นทดสอบวงจรขยายเสียง โดยการปรับโวลลุ่มที่อยู่บนกล่องแต่ละกล่อง พร้อมทั้งกดปุ่มบันทึกสัญญาณไปด้วย จากนั้นก็เปลี่ยนให้ไมค์สมาชิกตัวอื่นๆ ทำงานบ้าง โดยที่ส่วนของการบันทึกสัญญานทำงานไปเรื่อยๆ ถ้าทุกส่วนทำงานได้โดยไม่มีข้อบกพร่อง ก็แสดงว่าโครงงานชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้งานจริงได้แล้ว

หลักการที่ใช้ในการที่ให้ประธานสามารถควบคุมไม่ให้ไมค์สมาชิกตัวอื่นทำงาน คือ การตัดไฟเลี้ยง +12 VDC ซึ่งจ่ายให้แก่วงจรปรีไมค์ นั่นเอง โดยจะมีสวิทช์ตัวหนึ่ง ที่จะอยู่บนกล่องไมค์ของประธาน ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ไมค์ประธานพิเศษกว่าไมค์ตัวอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุป และ วิจารณ์

จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาแล้ว ในบทที่ 1 ซึ่งท่านอาจารย์ที่ปรึกษา คือ **อาจารย์อุทัย ศรีธีระวิโรจน์** ได้กรุณาชี้แนะ และ ได้มอบหมายให้นำมาออกแบบพร้อมสร้างเป็นชิ้นงานออกมา เพื่อใช้งานได้จริงๆ ซึ่งแต่ละหน่วยงาน หรือ องค์กรต่างๆ เช่น ภาควิชา คณะ หรือ สถาบัน สามารถนำไปใช้งานได้จริง เป็นโครงงานที่มองตอนแรกเห็นว่าง่าย และ ไม่น่าจะมีปัญหาอะไร แต่เมื่อเข้ามาสัมผัสจริงๆ จึงรู้ว่าไม่ง่ายเลย และ ต้องเจอปัญหา และ อุปสรรค์ต่างๆ นาๆ ตลอดการทำโครงงานชิ้นนี้ ข้อดีของโครงงานชิ้นนี้มีมาก ขณะที่ข้อเสียแทบไม่มีเลย ข้อดีก็ได้แก่ ต้นทุนต่ำ สามารถนำไปใช้ได้ในทุกๆ หน่วยงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ยืน ภู่สุวรรณ "ทฤษฎี และ การใช้งานอิเล็คทรอนิคส์ เล่ม 1" กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชัน 2532

ลิขิต วิจินวัฒนะ "วงจรอิเล็คทรอนิคส์ เล่ม 1" กรุงเทพฯ : บารมีการพิมพ์ 2521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้