

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนชุดนี้ ใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งออกเป็น 11 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยกำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน และตรวจคำตอบในแบบเฉลยด้วยความซื่อสัตย์
3. นักเรียนต้องศึกษาใบเนื้อหาให้ละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจ
4. นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน และตรวจคำตอบการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองร่วมกับครูผู้สอน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์
6. นักเรียนเปรียบเทียบผลของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้
7. หากนักเรียนได้ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 ให้นักเรียนกลับไปศึกษาเอกสารประกอบการสอนใหม่อีกครั้ง
8. นักเรียนทำการทดลองใบงาน บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
9. หากนักเรียนมีปัญหาจากการศึกษาเอกสารประกอบการสอนสามารถปรึกษาครูได้ที่

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 9 เรื่องวงจรขยายกำลัง

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน)

เวลา 10 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. จ่ายแรงดันไบอัสตรงให้ขา B กับ E และจ่ายแรงดันไบอัสกลับให้ C กับ B ให้กับวงจรทรานซิสเตอร์และป้อนไฟฟ้ากระแสสลับต่ำ ๆ เข้าทางอินพุต ให้สัญญาณออกทางเอาต์พุตมีขนาดเพิ่มขึ้น เป็นหลักการของวงจรอะไร

ก. วงจรกำเนิดสัญญาณ	ข. วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์
ค. วงจรขยายสัญญาณ	ง. วงจรจูน
2. ซีดีโหลดไลน์ (DC Load Line) คืออะไร

ก. กราฟแสดงการทำงานของเอสซีอาร์	ข. กราฟแสดงการทำงานของไดรแอค
ค. กราฟแสดงการทำงานของเจฟต	ง. กราฟแสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์
3. จุด Q จะวางที่ตำแหน่งใดของซีดีโหลดไลน์

ก. กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์	ข. จุดคัตออฟ
ค. จุดอิ่มตัว	ง. ตำแหน่งใดก็ได้
4. ข้อใดคือเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. กำหนดจากค่ากระแส	ข. กำหนดจากค่าแรงดัน
ค. กำหนดจากค่าแรงดันและกระแส	ง. กำหนดจากอัตราขยาย
5. วงจรขยายคลาส เอ ที่จุดทำงานอยู่ตรงจุดใดของเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. จุด Q อยู่กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์	ข. จุด Q อยู่ตำแหน่งคัตออฟ
ค. จุด Q อยู่ตำแหน่งต่ำกว่าจุดคัตออฟ	ง. จุด Q อยู่ตำแหน่งจุดอิ่มตัว
6. วงจรขยายคลาส บี มีจุดทำงานอยู่ตรงจุดใดของเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. จุด Q อยู่กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์	ข. จุด Q อยู่ตำแหน่งคัตออฟ
ค. จุด Q อยู่ตำแหน่งอิ่มตัว	ง. จุด Q อยู่ตำแหน่งต่ำกว่าจุดคัตออฟ
7. วงจรขยายคลาส ซี มีจุดทำงานอยู่ตรงจุดใดของเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. จุด Q อยู่กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์	ข. จุด Q อยู่ตำแหน่งคัตออฟ
ค. จุด Q อยู่ตำแหน่งอิ่มตัว	ง. จุด Q อยู่ตำแหน่งต่ำกว่าจุดคัตออฟ

8. ข้อใดเป็นวงจรขยายคลาสซี

ก. มีความผิดเพี้ยนสูงมา

ค. ประสิทธิภาพการขยายต่ำ

ข. มีคุณภาพเสียงดี

ง. นิยมใช้กับเครื่องขยายเสียงทั่วไป

9. ข้อใดเป็นวงจรขยายคลาสดี

ก. การทำงานที่จุดกัตออฟ

ค. สัญญาณมีความผิดเพี้ยนสูงที่สุด

ข. ทำงานต่ำกว่าจุดกัตออฟ

ง. แปลงสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยมก่อน

10. ข้อใดทำให้เกิดครอสโอเวอร์ดิสโทรชัน

ก. คลาสเอ

ค. คลาสบี

ข. คลาสบี

ง. วงจรขยายแบบพุช – พูล

	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง		
เรื่อง วงจรขยายกำลัง			เวลา 2 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ค	6	ข
2	ง	7	ค
3	ง	8	ก
4	ค	9	ง
5	ก	10	ง

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

วงจรขยายกำลัง คือวงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณอินพุตที่มีขนาดแรงดันและกระแสต่ำ ให้มีขนาดแรงดันและกระแสสูงขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปขับโหลดได้ การขยายสัญญาณเสียงให้มีความดังสูงขึ้น หรือให้ได้สัญญาณเสียงให้มีความแรงมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ได้สัญญาณเสียงที่มีความดังมากขึ้น การจัดวงจรขยายจึงต้องจัดวงจรให้เหมาะสม เนื่องจากทรานซิสเตอร์ที่นำมาใช้ในการขยายสัญญาณเสียง มีจุดทำงาน (Q-Point) เฉพาะซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากที่ต้องพิจารณา

เส้นโหลดดีซี(DC Load Line) คือกราฟที่แสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์การแบ่งคลาสการขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์จากเส้นโหลด แบ่งออกได้เป็น วงจรขยายคลาสเอ วงจรขยายคลาสบี วงจรขยายคลาสซี และวงจรขยายคลาสดี

สาระการเรียนรู้

- 9.1 หลักการขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์
- 9.2 ดีซีโหลดไลน์
- 9.3 ประเภทของวงจรขยายกำลัง
 - 9.3.1 วงจรขยายคลาสเอ
 - 9.3.2 วงจรขยายคลาสบี
 - 9.3.3 วงจรขยายคลาสซี
 - 9.3.4 วงจรขยายคลาสดี
 - 9.3.5 วงจรขยายคลาสดี
- 9.4 สรุป

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรขยายกำลัง
2. เพื่อให้มีทัศนคติในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

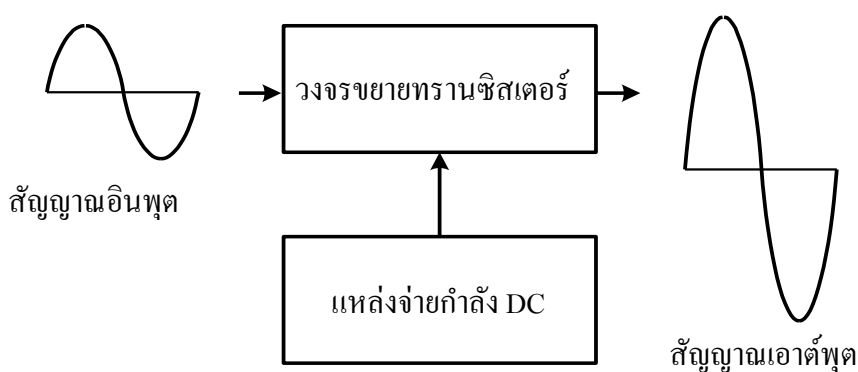
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์ได้
2. อธิบายคิซีโพลด์ไลน์ได้
3. บอกลักษณะการจัดวงจรขยายคลาสเอได้
4. บอกลักษณะการจัดวงจรขยายคลาสบีได้
5. บอกลักษณะการจัดวงจรขยายคลาสเอบีได้
6. บอกลักษณะการจัดวงจรขยายคลาสซีได้
7. บอกลักษณะการจัดวงจรขยายคลาสดีได้
8. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์สุจริตสนใจใฝ่รู้ รักสามัคคี

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

9.1 หลักการขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์

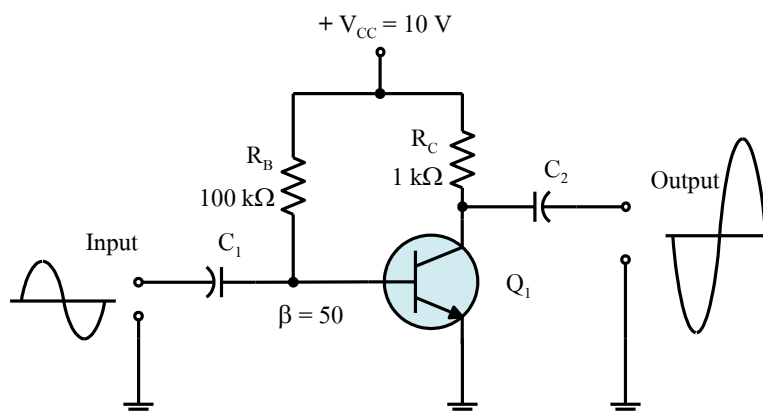
ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เป็นวงจรขยายสัญญาณ ในการขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้สัญญาณมีขนาดใหญ่ขึ้นหรืออัตราขยายที่สูงขึ้น (Gain) โดยวงจรขยายจะต้องมีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และสัญญาณอินพุตป้อนให้กับวงจร ซึ่งสัญญาณอินพุตเป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้นจึงต้องมีการขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 แสดงบล็อกการขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์เบื้องต้น

สำหรับทรานซิสเตอร์ที่ทำการขยายนั้น ขาอินพุตและขาเบส จะต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรง ส่วนขาคอลเลกเตอร์กับขาเบสจะต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับ ทรานซิสเตอร์จึงจะทำงานขยายสัญญาณได้ โดยค่าแรงดันที่ใช้งานต้องเลือกดูจากคู่มือ เพื่อให้เกิดการขยายสัญญาณและไม่ผิดเพี้ยน จะต้องมีการออกแบบวงจรเพื่อกำหนดจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ ให้ทำงานตรงจุดกึ่งกลางของเส้นโหลดและ อยู่ในช่วงแอกทีฟ เช่น วงจรขยายเบื้องต้นโดยใช้ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น มีแบตเตอรี่ V_{CC} จ่ายให้กับวงจร เป็นวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม ค่าความต้านทาน R_B ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน V_{CC} เป็นผลให้ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ได้รับแรงดันไบแอสตรงตลอดเวลา และที่ขาคอลเลกเตอร์ จะได้รับไบแอสกลับเป็นไปตามที่ทรานซิสเตอร์ต้องการ การจัดไบแอสดังที่ แสดงดังรูปที่ 9.2

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง



รูปที่ 9.2 แสดงวงจรขยายทรานซิสเตอร์เบื้องต้น

9.2 ดีซีโหลดไลน์ (DC Load Line)

ดีซีโหลดไลน์ (DC Load Line) คือ กราฟที่แสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ โดยมีลักษณะดังแสดงตามรูปที่ 9.3

จากรูปที่ 9.3 แสดงเส้นดีซีโหลดไลน์ที่แสดงจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ จุดที่สำคัญคือจุดอิ่มตัวของทรานซิสเตอร์ (Saturation Point) และจุดคัตออฟ (Cutoff) ส่วนที่ต้องพิจารณาในรูปที่ 9.3 คือส่วนของเส้นดีซีโหลดไลน์ ซึ่งจะแสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์บนเส้นดีซีโหลดไลน์นี้ และเรียกจุดทำงาน (Operating Point) นี้ว่าจุด Q (Quiescent Point) โดยที่จุด Q จะถูกวางที่ตำแหน่งใดก็ได้บนเส้นดีซีโหลดไลน์ แต่จะให้ผลการทำงานของทรานซิสเตอร์ ที่แตกต่างกันไปและจะส่งผลถึงการขยายสัญญาณที่มีลักษณะแตกต่างกันไป

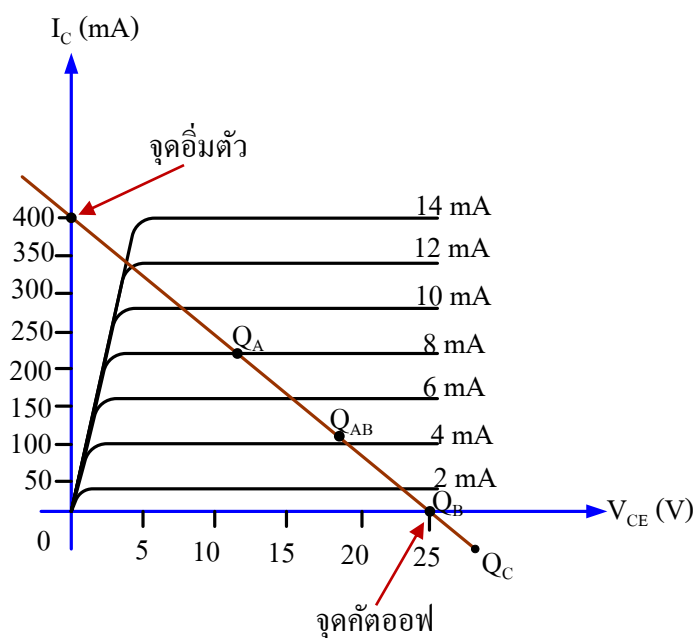
ดังนั้นเส้นดีซีโหลดไลน์ จึงเป็นเส้นที่แสดงจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ โดยกำหนดจากค่าแรงดันและกระแส ที่จ่ายให้กับทรานซิสเตอร์ ซึ่งหมายถึงการไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์อย่างเหมาะสม จึงจะสามารถนำไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีความแรงสูงขึ้น และสัญญาณไม่เกิดความผิดเพี้ยน

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

9.3 ประเภทของวงจรขยายกำลัง

วงจรขยายสัญญาณเสียง ถูกจัดแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ซึ่งเรียกว่า คลาส (Class) เหตุที่มีการแบ่งออกเป็นคลาสนั้นเพราะ การจัดวงจรขยายจะถูกจัดไปตามจุดการทำงาน (Operating Point) ของทรานซิสเตอร์ โดยแบ่งออกเป็นคลาสดังนี้

1. วงจรขยายคลาสเอ (Class A Amplifier)
2. วงจรขยายคลาสบี (Class B Amplifier)
3. วงจรขยายคลาสเอบี (Class AB Amplifier)
4. วงจรขยายคลาสซี (Class C Amplifier)
5. วงจรขยายคลาสดี (Class D Amplifier)



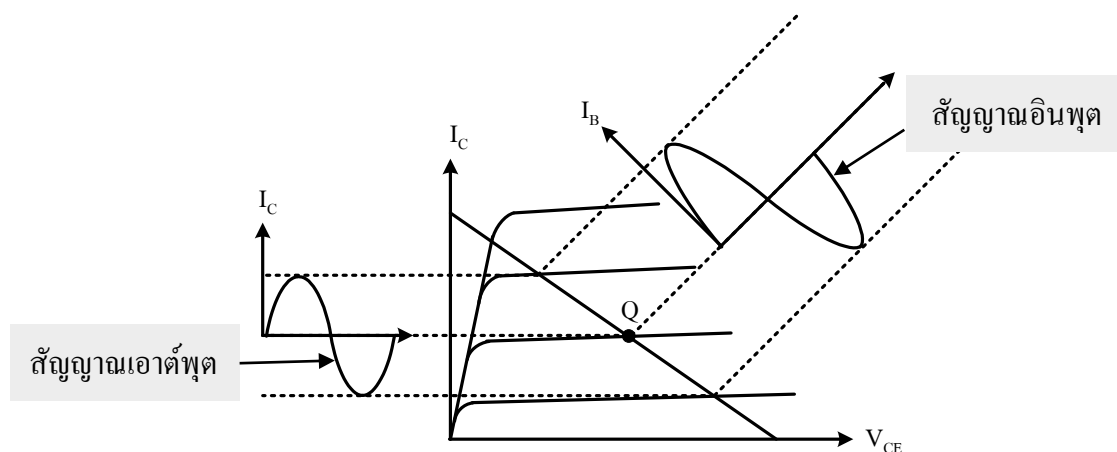
รูปที่ 9.3 คลาสของวงจรขยายบนเส้นโหลด

ทีมา (วีระศักดิ์ สุวรรณเพชร, 2557, หน้า 263)

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

9.3.1 วงจรขยายคลาสเอ (Class A Amplifier)

วงจรขยายคลาสเอ เป็นวงจรขยายที่มีจุดทำงาน (Q Point) อยู่ในช่วงแอคทีฟ (Active) คือช่วงการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่เป็นลิเนียร์ (Linear) ย่านลิเนียร์ของทรานซิสเตอร์ หมายถึง ย่านการทำงานที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับกระแส I_B หรืออาจกล่าวได้ว่า วงจรขยายคลาสเอ จะมีจุดทำงานอยู่ที่จุดกึ่งกลางของเส้นโหลดการทำงานของวงจรขยายคลาสเอ ถึงแม้จะไม่มีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับป้อนเข้ามาทางอินพุตของวงจร ก็จะมีกระแส I_B ไหลตลอดเวลา ทำให้กระแส I_C ไหลตลอดเวลาเช่นกัน โดยวงจรขยายคลาสเอนี้จะขยายสัญญาณทั้งช่วงบวกและช่วงลบ แสดงดังรูปที่ 9.4

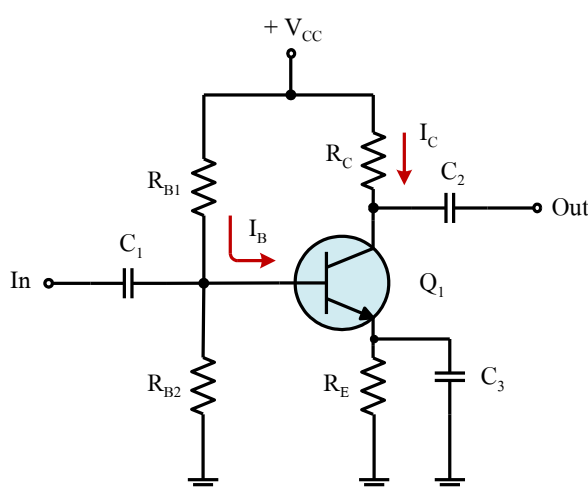


รูปที่ 9.4 แสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสเอ

จากรูปที่ 9.4 แสดงกราฟจุดทำงานของวงจรขยายคลาสเอ ที่ทำงานอยู่ในย่านลิเนียร์ หรืออยู่ในช่วงกึ่งกลางเส้นโหลด สัญญาณจากอินพุตจะถูกขยายทั้งช่วงบวกและช่วงลบเท่ากัน สำหรับวงจรนี้จะมีอัตราขยายสัญญาณไม่สูงมากนัก ซึ่งถ้าให้อัตราขยายสูงมากเกินไปจะทำให้สัญญาณที่ขยายเกิดความผิดเพี้ยน โดยวงจรขยายคลาสเอ มีข้อดีคือ รูปสัญญาณออกทางเอาต์พุต จะเหมือนกับสัญญาณที่ป้อนเข้าทางอินพุตไม่ผิดเพี้ยน ส่วนข้อเสีย คือสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า เพราะทรานซิสเตอร์ทำงานตลอดเวลา และมีอัตราขยายสัญญาณต่ำ การนำไปใช้งานจะนำไปใช้

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

ในวงจรขยายสัญญาณที่ไม่ต้องการขยายสัญญาณมากนัก เช่น ภาคนี้อิมพี ภาคนขยายความถี่วิทยุ ภาคนขยาย IF ภาคนขยายวีดีโอเอาต์พุต เป็นต้น โดยตัวอย่างวงจรขยายคลาสเอ แสดงดังรูปที่ 9.5



รูปที่ 9.5 แสดงตัวอย่างวงจรขยายสัญญาณคลาสเอ
ทิม่า (พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2546, หน้า 93)

จากรูปที่ 9.5 เป็นวงจรขยายสัญญาณคลาสเอที่ใช้ในภาคนี้อิมพีโดยมีความต้านทาน R_{B1} และ R_{B2} ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดันไบแอสให้กับขาเบสจึงทำให้มีกระแส I_B ไหลตลอดเวลา ส่งผลให้กระแส I_C ไหลผ่าน R_C ผ่านขาคอลเลกเตอร์กับขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ และผ่าน R_E ลงกราวด์

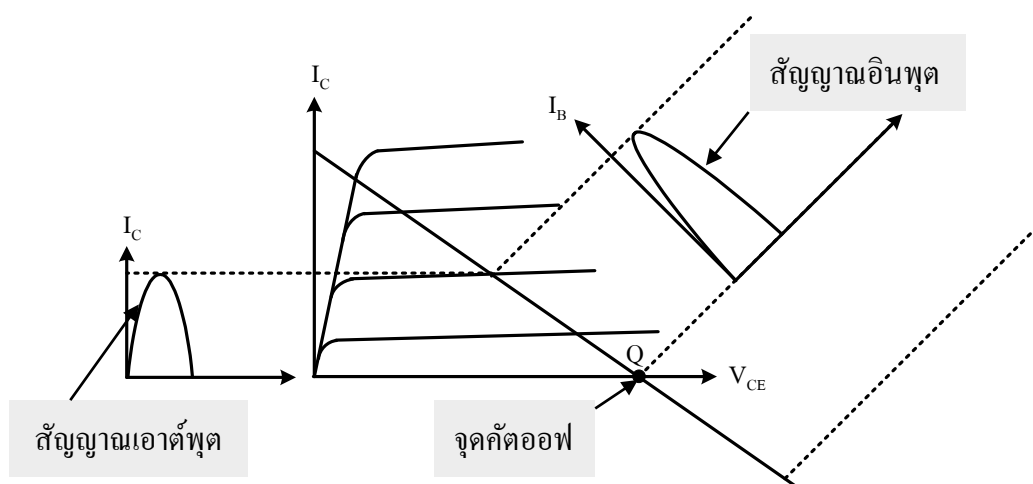
9.3.2 วงจรขยายคลาสบี (Class B Amplifier)

วงจรขยายคลาสบี เป็นวงจรขยายที่มีจุดทำงาน (Q Point) อยู่ในตำแหน่งคัตออฟ (Cut Off) คือช่วงที่แรงดันไบแอสที่ขาเบสเป็น 0 โวลต์ ส่วนที่ขาคอลเลกเตอร์ และขาอิมิตเตอร์ ยังคงจ่ายแรงดันไบแอสปกติ ทรานซิสเตอร์จะยังไม่นำกระแสในกรณีที่ไม่มีความถี่สัญญาณอินพุต ป้อนเข้ามา ถ้าต้องการให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสจะต้องป้อนสัญญาณอินพุต และต้องเป็นสัญญาณอินพุตที่ทำให้ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ได้รับแรงดันไบแอสตรงทรานซิสเตอร์จึงจะทำงาน เช่น ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น ต้องป้อนสัญญาณอินพุตเป็นบวก ทรานซิสเตอร์จึงจะ

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

นำกระแส และทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี ต้องป้อนสัญญาณอินพุตเป็นลบ ทรานซิสเตอร์จึงจะนำกระแส เป็นต้น

คลาสบี จะขยายสัญญาณเพียงซีกใดซีกหนึ่งเท่านั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของทรานซิสเตอร์ เช่น ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น จะขยายสัญญาณเฉพาะช่วงบวก และทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี จะขยายสัญญาณเฉพาะช่วงลบ แสดงดังรูปที่ 9.6

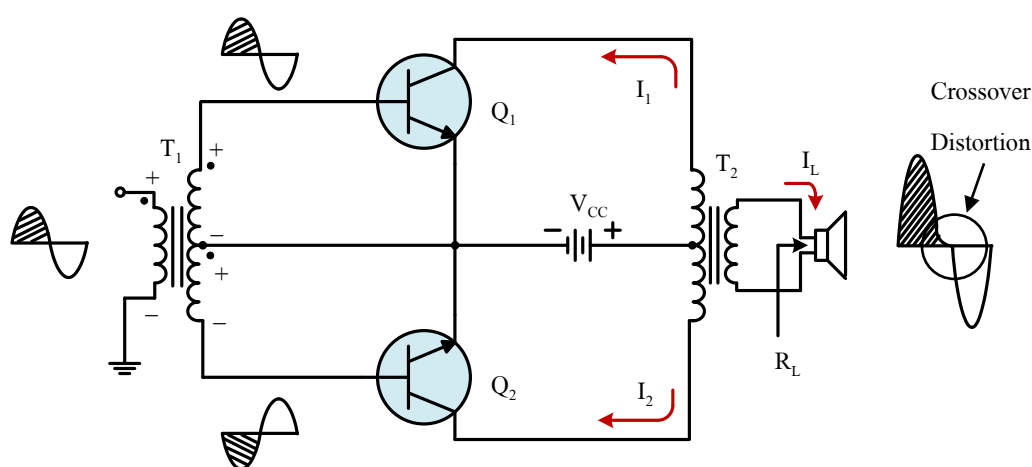


รูปที่ 9.6 แสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสบี

จากรูปที่ 9.6 เป็นกราฟแสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสบี โดยจะทำงานที่จุดกัตต่อฟ หรือจุดต่ำสุดของเส้นโหลด ซึ่งเป็นจุดตัดของเส้นโหลดกับเส้นแรงดัน V_{CE} วงจรขยายคลาสบีนั้น จะรับการป้อนสัญญาณซีกเดียว ขึ้นอยู่กับชนิดของทรานซิสเตอร์ เช่น ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น ขาเบส เมื่อรับสัญญาณซีกบวกทรานซิสเตอร์จะทำงาน และทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี ขาเบส เมื่อได้รับสัญญาณซีกลบทรานซิสเตอร์จะทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้ I_C มีกระแสไหลซีกเดียวเช่นเดียวกัน เมื่อกระแส I_C ไหลเพียงซีกเดียวก็จะมีสัญญาณที่ถูกขยายออกมาตลอดที่โหลดเพียงซีกเดียว ส่งออกเอาต์พุตเกิดการผิดเพี้ยนในการขยายสัญญาณ ข้อดีของวงจรขยายคลาสบี คือ ไม่สิ้นเปลืองพลังงานกระแสไฟฟ้าขณะไม่มีสัญญาณอินพุตป้อนเข้าวงจร ส่วนข้อเสีย คือ สัญญาณที่ขยายเกิดความ

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

ผิดเพี้ยนในช่วงระหว่างรอยต่อของสัญญาณ (Crossover Distortion) ถึงแม้จะนำไปต่อวงจรขยายแบบ พุช-พุท หรือวงจรคอมพลิเมนต์ารี่ก็ตาม ตัวอย่างวงจรแสดงดังรูปที่ 9.7



รูปที่ 9.7 แสดงวงจรขยายพุช-พุท ที่ทำงานคลาสบี

จากรูปที่ 9.7 เป็นวงจรขยายพุช-พุท ที่ทำงานคลาสบีใช้หม้อแปลงแบบมีเซ็นเตอร์แท็ป ในด้านอินพุตและเอาต์พุต และมีทรานซิสเตอร์สองตัวทำงานสลับกัน ขยายสัญญาณตัวละครึ่งซีก การทำงานของวงจรขยายได้ดังนี้ เมื่อสัญญาณครึ่งซีกบวกป้อนเข้ามา ทรานซิสเตอร์ Q_1 จะทำงาน ส่วนทรานซิสเตอร์ Q_2 จะไม่ทำงาน ทำให้มีกระแส I_1 ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q_1 ลงกราวด์ ทำให้หม้อแปลงด้านเอาต์พุตเหนี่ยวนำสัญญาณออกไปที่ลำโพง (R_L) และเมื่อสัญญาณซีกลบป้อนเข้ามา เป็นลูกที่สอง ทรานซิสเตอร์ Q_2 จะทำงาน ส่วนทรานซิสเตอร์ Q_1 จะไม่ทำงานทำให้มีกระแส I_2 ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q_2 ลงกราวด์ ทำให้หม้อแปลงเอาต์พุตเหนี่ยวนำสัญญาณออกไปที่ลำโพง เป็นลักษณะนี้สลับกันไปได้รูปสัญญาณทั้งซีกบวกและซีกลบครบวงจร

วงจรขยายคลาสบี แบบพุช-พุท ช่วยแก้ปัญหการทำงานวงจรคลาสบี โดยทำการขยายสัญญาณได้ทั้งสองซีก แต่ยังคงมีความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อของสัญญาณซีกบวกและซีกลบ ซึ่งเกิดขึ้นจากคุณสมบัติของตัวทรานซิสเตอร์ เพราะระหว่างรอยต่อ PN จะมีแบตเตอรี่สมมติ หรือดีพลีชันริจิน (Depletion region) เกิดขึ้นมีค่าประมาณ 0.2 ถึง 0.4 โวลต์ ในทรานซิสเตอร์

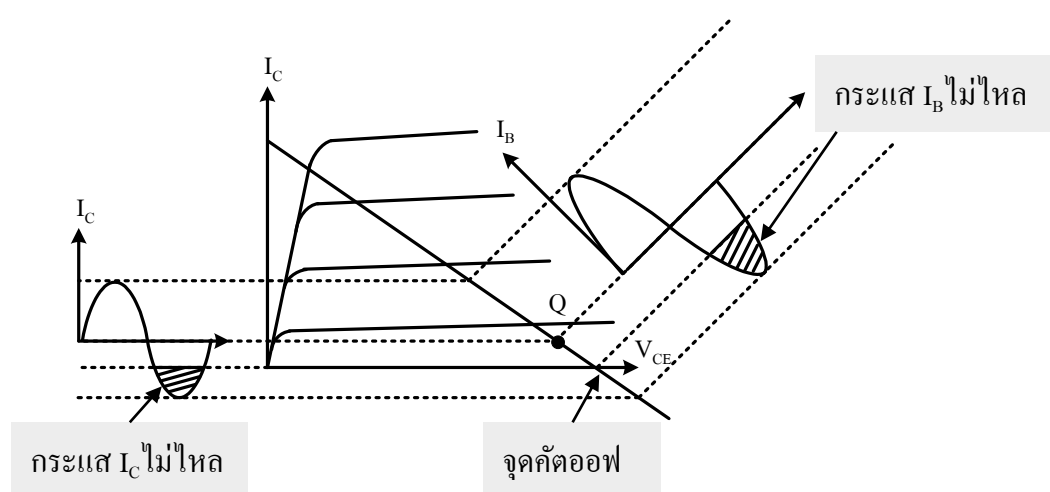
	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

ที่ผลิตมาจากสารเจอร์เมเนียม และมีค่าประมาณ 0.5 ถึง 0.8 โวลต์ ในทรานซิสเตอร์ที่ผลิตมาจากสารซิลิคอน โดยค่าเบตเตอร์สมมติจะมีขั้วแรงดันจ่ายเป็นไบแอสกลับให้ขา B ของทรานซิสเตอร์ เมื่อมีสัญญาณอินพุตเป็นไบแอสตรงป้อนเข้ามา จะเกิดการหักล้างกับเบตเตอร์สมมติ ทำให้ทรานซิสเตอร์ยังไม่นำกระแสในช่วงสัญญาณอินพุตค่าต่ำเข้ามา สัญญาณที่ขยายออกทางเอาต์พุต จึงเกิดความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อขึ้น

การนำไปใช้งานของวงจรขยายคลาสบี จะใช้งานในวงจรขยายสัญญาณขนาดใหญ่ โดยต่อเป็นวงจรขยายแบบ พูช-พูล หรือวงจรแบบคอมพลิเมนต์รี และวงจรสวิตชิง โดยป้อนสัญญาณพัลส์ควบคุม แต่ก็มีข้อเสีย คือเกิดความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อของสัญญาณ

9.3.3 วงจรขยายคลาสเอบี (Class AB Amplifier)

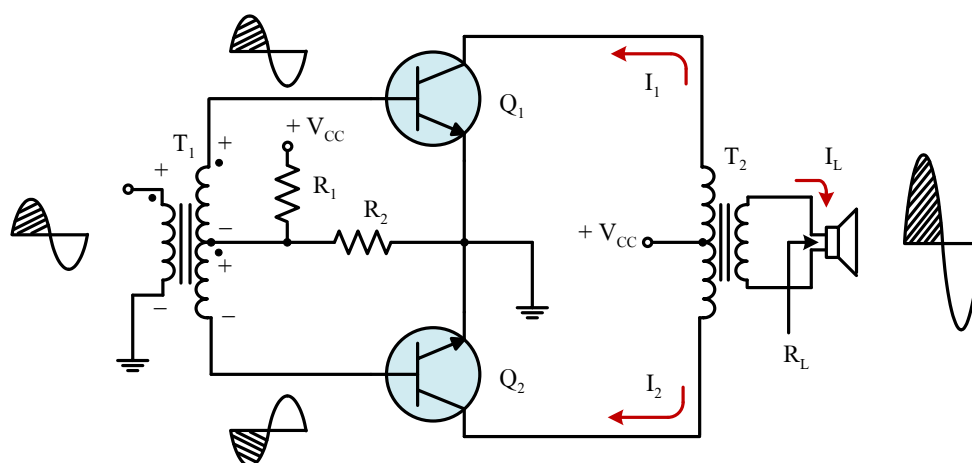
วงจรขยายคลาสเอบี ออกแบบมาเพื่อแก้ข้อด้อยของวงจรขยายคลาสบีที่มีความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อ การจัดไบแอสคลาสเอบี คือจัดไบแอสให้สูงกว่าจุดคัทออฟเล็กน้อย คือจ่ายแรงดันไฟไบแอสตรงให้ขาเบส ของทรานซิสเตอร์เพียงเล็กน้อย เพื่อหักล้างกับแรงดันเบตเตอร์สมมติระหว่างรอยต่อพีเอ็น ของทรานซิสเตอร์ให้หมดไป ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสตลอดเวลา กราฟการทำงานของวงจรขยายคลาสเอบี แสดงดังรูปที่ 9.8



รูปที่ 9.8 แสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสเอบี

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

จากรูปที่ 9.8 เป็นกราฟแสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสเอบี โดยมีจุดทำงานสูงกว่าจุดคัตออฟเล็กน้อย ทำให้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณอินพุตซิกไดซิกหนึ่ง และซิกที่เหลือขยายบางส่วน เช่น ถ้าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น จะทำการขยายสัญญาณอินพุตซิกบวกทั้งหมด และขยายสัญญาณอินพุตซิกลบบางส่วน ทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี จะทำการขยายสัญญาณอินพุตซิกลบทั้งหมด และขยายสัญญาณอินพุตซิกบวกบางส่วน ซึ่งในการใช้งานของวงจรขยายคลาสเอบี จะต้องนำไปต่อเป็นวงจรขยายแบบพุช-พูล หรือคอมพลีเมนต์ารี ในรูปที่ 5-15 สัญญาณกระแสอินพุต (I_B) และกระแสเอาต์พุต (I_C) รูปสัญญาณส่วนที่ขีดเส้นทแยงไว้ แสดงส่วนที่สัญญาณกระแส I_B ไม่ไหล เพราะทรานซิสเตอร์ทำงานต่ำกว่าจุดคัตออฟ ทำให้กระแส I_B ไหลผ่านโหลดในช่วงที่ทรานซิสเตอร์คัตออฟไม่นำกระแส สัญญาณขยายออกทางเอาต์พุตจะมีการผิดเพี้ยน ดังนั้นต้องนำมาต่อเป็นวงจรขยายพุช-พูล หรือวงจรคอมพลีเมนต์ารี แสดงดังรูปที่ 9.9



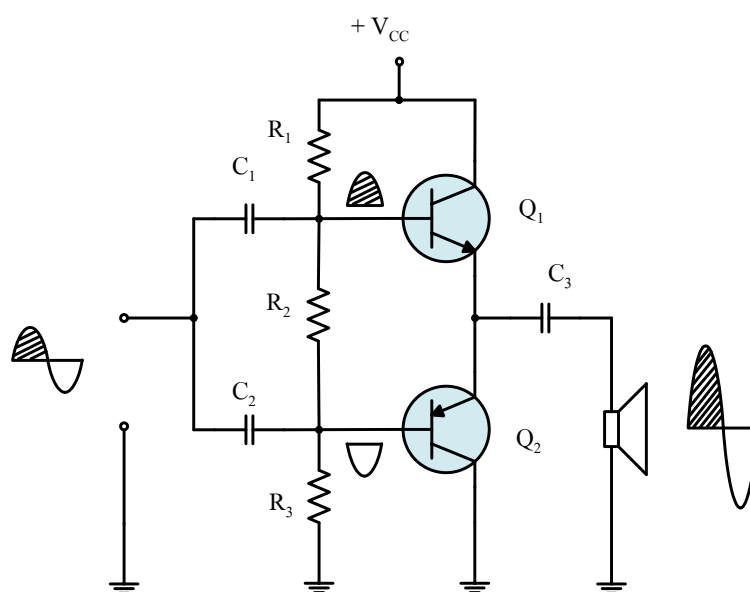
รูปที่ 9.9 แสดงวงจรขยายแบบพุช-พูล คลาสเอบี

จากรูปที่ 9.9 เป็นวงจรขยายแบบ พุช-พูล คลาสเอบี ซึ่งจะมีการจ่ายแรงดันไบแอสจะกำหนดจุดทำงานให้สูงกว่าจุดคัตออฟเล็กน้อย ในการจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ Q_1, Q_2 มี R_1, R_2 เป็นวงจรแบ่งแรงดัน โดยแรงดันตกคร่อม R_2 เป็นตัวจ่ายแรงดันไบแอสให้ขาเบส ของ Q_1, Q_2 ทำให้มีกระแส I_B ไหลเล็กน้อย ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1, Q_2

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

นำกระแสและมีกระแส I_C ไหลเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ไม่มีการป้อนสัญญาณอินพุตเข้ามา เมื่อมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้ามาที่ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ Q_1 เป็นสัญญาณซีกบวก เป็นแรงดันไบแอสตรง ทำให้ Q_1 นำกระแส ส่วน Q_2 ที่ขาเบส ได้รับสัญญาณซีกลบ ซึ่งจะไปหักล้างกับแรงดันไฟบวกที่เป็นไบแอสให้ขาเบส ของ Q_2 ทำให้ Q_2 นำกระแสลดลงจนถึงจุดคัทออฟในสัญญาณซีกบวกลูกแรกจะได้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณซีกบวกทั้งซีก และได้สัญญาณซีกลบเล็กน้อย และเมื่อมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้ามาที่ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ Q_2 เป็นสัญญาณซีกบวก เป็นแรงดันไบแอสตรงทำให้ Q_2 นำกระแส ส่วน Q_1 ที่ขาเบส ได้รับสัญญาณซีกลบ ซึ่งจะไปหักล้างกับแรงดันไฟบวกที่เป็นไบแอสให้ขาเบสของ Q_1 ทำให้ Q_1 นำกระแสลดลงจนถึงจุดคัทออฟในสัญญาณซีกลบลูกที่สองจะได้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณซีกลบทั้งซีก และได้สัญญาณซีกบวกเล็กน้อย เมื่อสัญญาณทั้งสองมาประสานกันก็จะได้รูปสัญญาณครบหนึ่งรูปคลื่นที่สมบูรณ์ไม่ผิดเพี้ยน

การนำไปใช้งานของวงจรขยายคลาสเอบี โดยทั่วไปจะใช้เป็นวงจรขยายเสียงในภาคเพาเวอร์แอมป์ หรือภาคขยายกำลัง และนำไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณที่ต้องการอัตราขยายสูง ๆ ตัวอย่างวงจรขยายแบบคอมพลิเมนต์ารี แสดงดังรูปที่ 9.10



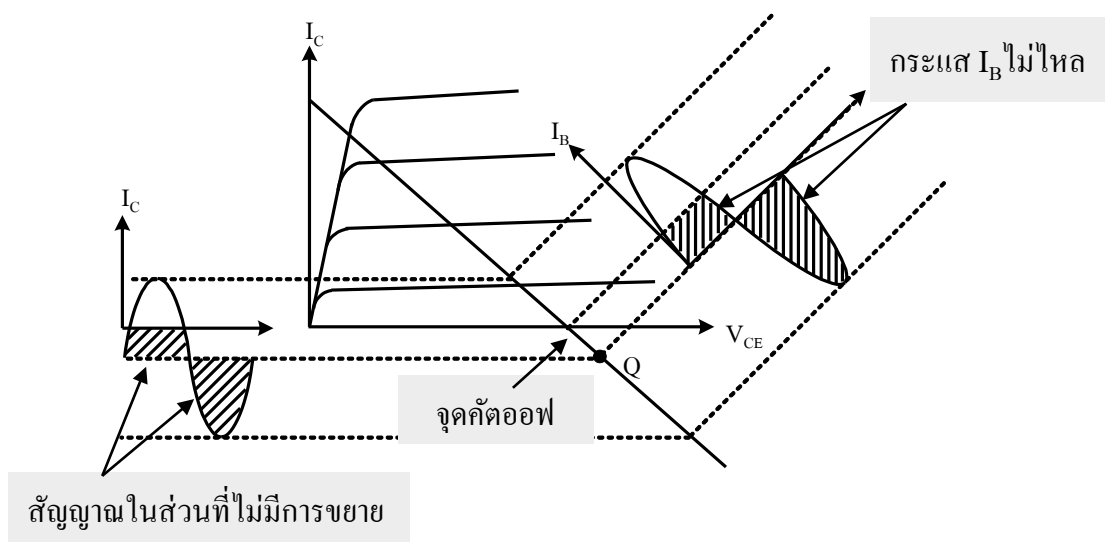
รูปที่ 9.10 แสดงวงจรขยายคลาสเอบีต่อแบบคอมพลิเมนต์ารี

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

จากรูปที่ 9.10 แสดงวงจรขยายคลาสเอบีต่อแบบคอมพลีเมนต์รี มี R_1 , R_2 และ R_3 เป็นวงจรจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาเบส ของ Q_1 และ Q_2 ให้ทำการขยายสัญญาณออกจากเอาต์พุต ไม่ผิดเพี้ยน

9.3.4 วงจรขยายคลาสซี (Class C Amplifier)

วงจรขยายคลาสซี จุดทำงานจะอยู่ต่ำกว่าจุดคัตออฟ ในการจ่ายแรงดันไบแอสให้ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ จะเป็นการจ่ายแรงดันไบแอสกลับค่าหนึ่ง ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส ซึ่งทรานซิสเตอร์จะนำกระแสก็ต่อเมื่อมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้ามา เป็นแรงดันไบแอสตรงให้ขาเบส และไปหักล้างกับแรงดันไบแอสกลับไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายอยู่เดิม จนทรานซิสเตอร์ได้รับแรงดันไบแอสตรง ทรานซิสเตอร์จึงจะนำกระแสขยายสัญญาณอินพุตส่วนนั้นออกทางเอาต์พุต จะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนในการขยายสัญญาณมาก ซึ่งไม่เหมาะในการนำไปใช้เป็นวงจรขยายเสียง กราฟแสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสซี แสดงดังรูปที่ 9.11

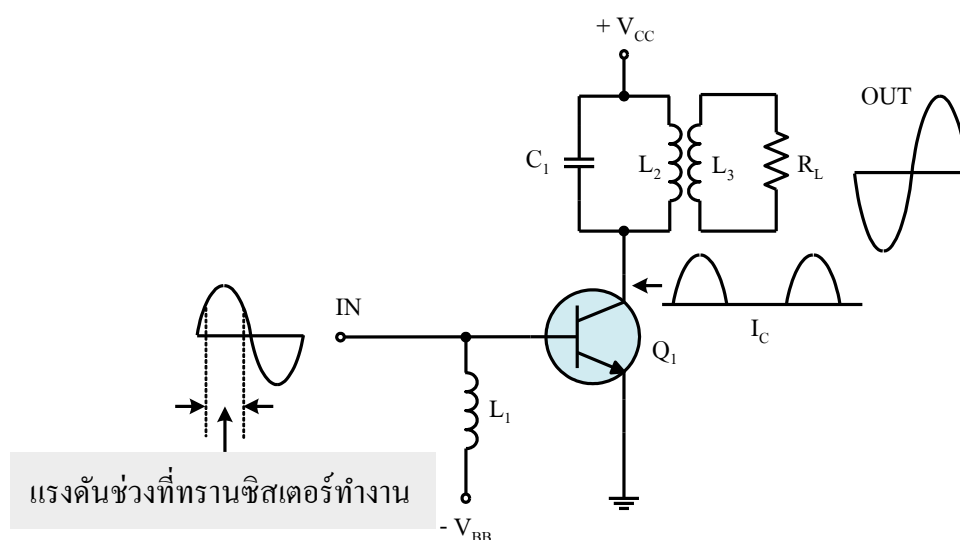


รูปที่ 9.11 แสดงจุดทำงานของวงจรขยายคลาสซี

จากรูปที่ 9.11 แสดงกราฟจุดทำงานของวงจรขยายคลาสซี โดยจุดทำงานของวงจรจะต่ำกว่าจุดคัตออฟ เมื่อจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับขาเบส ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแสและจ่าย

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

แรงดันไบแอสกลับค้างไว้ แหล่งจ่ายแรงดันไบแอสกลับนี้จะเป็นตัวต้านสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามา ซึ่งสัญญาณอินพุตที่จะทำให้ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอสตรงนั้นจะต้องมีระดับความแรงของสัญญาณอินพุตมากกว่าระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่จ่ายไบแอสกลับให้ขาเบส ทรานซิสเตอร์จึงจะนำกระแส ขยายสัญญาณส่วนนั้นออกเอาต์พุต ดังนั้นกระแส I_B จะไหลเพียงบางส่วน และกระแส I_C ก็จะไหลเพียงบางส่วนเช่นกัน ซึ่งในการขยายของวงจรคลาสซี สัญญาณที่ได้มีความผิดเพี้ยนมาก แต่ก็มีข้อดีคือไม่สิ้นเปลืองกระแสและให้อัตราขยายกำลังสูงสุดในเครื่องส่งวิทยุ ส่วนข้อเสีย นั้น คือสัญญาณที่ผ่านการขยายมีความผิดเพี้ยนมาก ไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นวงจรขยายเสียง ในการนำไปใช้งานนิยมนำไปใช้กับวงจรที่มีความถี่คงที่ เช่น วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่สูง วงจรแยกเชิงคั่นเครื่องรับโทรทัศน์ และภาคขยายกำลังในเครื่องส่งวิทยุ เป็นต้น ตัวอย่างวงจรขยายกำลังในเครื่องส่งวิทยุ แสดงดังรูปที่ 9.12



รูปที่ 9.12 แสดงวงจรขยายคลาสซีเป็นวงจรกำเนิดความถี่

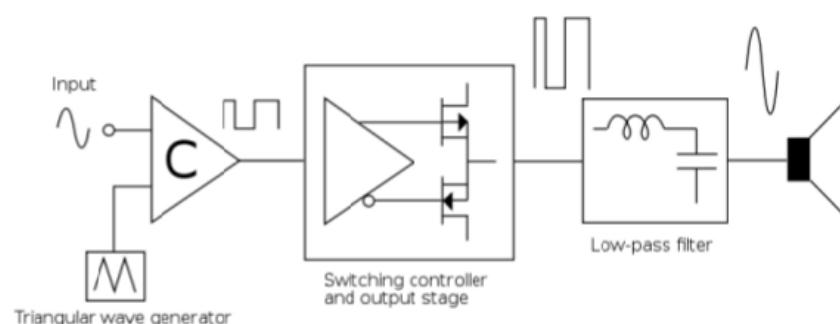
จากรูปที่ 9.12 แสดงวงจรขยายคลาสซีทำหน้าที่ภาคกำเนิดความถี่ การทำงานของวงจร มี L_1 เป็นขดลวด RF ต่อกับแรงดันไฟลบ ($-V_{BB}$) โดย L_1 ทำหน้าที่ป้องกันความถี่อื่น ๆ ไม่ให้เข้า

	ใบความรู้ที่ 9		หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง		
เรื่อง วงจรขยายกำลัง			เวลา 2 ชั่วโมง

มารบกวณ โดยจะให้เฉพาะไฟ DC จากแหล่งจ่าย - V_{BB} ผ่านเป็นไบแอสกลับให้ขาเบส ของ Q_1 ถึงแม้จะมีแหล่งจ่าย + V_{CC} จ่ายให้ขาคอลเลกเตอร์ และขาอิมิตเตอร์ลงกราวด์ เป็นการจ่ายแรงดันไบแอสถูกต้องตามที่ทรานซิสเตอร์ต้องการ แต่ทรานซิสเตอร์ยังไม่นำกระแส เมื่อทำการป้อนสัญญาณอินพุตเข้ามา จะมีเฉพาะสัญญาณซิกบวกเพียงส่วนเดียวเท่านั้น ที่ทำให้ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ได้รับไบแอสตรงและทำงานนำกระแส ทำให้มีกระแส I_C ไหลเป็นจังหวะตามค่าการทำงานของ Q_1 ทำให้กระแส I_C ไหลผ่านขดลวด L_2 เป็นจังหวะเช่นกัน เมื่อ L_2 มีการยุบตัว พองตัวของสนามแม่เหล็กเกิดแรงดันชักนำขึ้นในขดลวด L_2 ไปประจุที่ C_1 เป็นวงจรแทงค์ (Tank Circuit) กำเนิดความถี่ขึ้นมาเหนี่ยวนำไปยังขดลวด L_3 และตกคร่อมที่โหลด R_L เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ

9.3.5 วงจรขยายคลาสดี (Class D Amplifier)

วงจรขยายคลาสดี เป็นวงจรขยายสัญญาณที่มีความแตกต่างไปจากคลาสเอ คลาสบี คลาสซี และคลาสซีอย่างมากรวมทั้งนี้เนื่องจากวงจรขยายในคลาสดี ไม่ได้นำเอาสัญญาณทางอินพุตมาขยายสัญญาณให้แรงขึ้นแล้วส่งออกทางเอาต์พุต เหมือนกับคลาสต่างๆที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยหลักการทำงานจะนำเอาสัญญาณทางอินพุต มาแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Square Wave) เสียก่อน แล้วจึงแปลงสัญญาณกลับออกมาเป็นสัญญาณเสียงออกทางเอาต์พุต ดังแสดงการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ตามรูปที่ 9.13

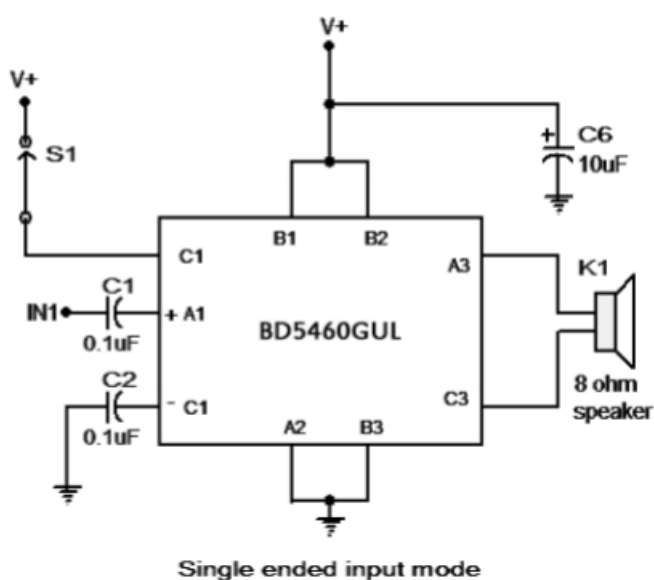


รูปที่ 9.13 บล็อกไดอะแกรมวงจรขยายคลาสดี

ที่มา(<http://www.ctc.ac.th/ctc/index.php/download/category/65-2016-12-20>)

	ใบความรู้ที่ 9		หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง		
เรื่อง วงจรขยายกำลัง			เวลา 2 ชั่วโมง

จากรูปที่ 9.13 บล็อกไดอะแกรมวงจรขยายคลาสดี สัญญาณเสียงป้อนเข้าทางอินพุตมายังวงจรเปรียบเทียบ หรือ Comparator Circuit (C) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณรูปสามเหลี่ยม (Triangle Wave) ที่สร้างจากวงจรเจเนอเรเตอร์ ผลจากการเปรียบเทียบสัญญาณ จะทำให้เกิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square Wave) ออกทางเอาต์พุตของวงจรคอมพารเตอร์ สัญญาณเอาต์พุตรูปสี่เหลี่ยมจะมีค่าความกว้าง (Pulse Width) ของสัญญาณแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าความแรงของสัญญาณเสียงกับค่าสัญญาณรูปสามเหลี่ยม เมื่อได้สัญญาณเอาต์พุตรูปสี่เหลี่ยมแล้วจึงส่งเข้าสู่ภาคขยายสัญญาณที่เป็นวงจรแบบสวิตซ์ซิง (Switching Controller) เพื่อปรับรูปร่างและความแรงของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ให้มีความแรงสูงขึ้น แล้วจึงส่งเข้าสู่วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-pass filter) วงจรกรองความถี่ต่ำจะทำหน้าที่ในการแยกสัญญาณความถี่ต่ำออกมาจากสัญญาณรวม จึงได้สัญญาณทางเอาต์พุตออกมาเป็นสัญญาณความถี่ต่ำ หรือสัญญาณเสียงตามสัญญาณเดิมทางอินพุตแล้วจึงป้อนเข้าสู่ลำโพง ดังแสดงตัวอย่างวงจรขยายเสียงในคลาสดีในรูปที่ 9.14



รูปที่ 9.14 วงจรขยายคลาสดี

ที่มา(<http://www.ctc.ac.th/ctc/index.php/download/category/65-2016-12-20>)

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง	
เรื่อง วงจรขยายกำลัง		เวลา 2 ชั่วโมง

9.4 สรุป

วงจรขยายกำลังเป็นวงจรขยายสัญญาณที่ใช้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณ โดยวงจรขยายจะต้องมีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และสัญญาณอินพุตป้อนให้กับวงจร ซึ่งสัญญาณอินพุตเป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้นจึงต้องมีการขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน

ประเภทของวงจรขยายกำลัง สามารถแบ่งออกตามจุดทำงานบนเส้นโหลด(Load line) แบ่งออกเป็น 5 คลาส คือ

1. วงจรขยายคลาสเอ (Class A Amplifier) คือวงจรขยายที่มีจุดทำงานอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของเส้นโหลด ข้อดีคือรูปคลื่นเอาต์พุตจะเหมือนกับรูปคลื่นอินพุต โดยไม่มีการผิดเพี้ยน
2. วงจรขยายคลาสบี (Class B Amplifier) คือวงจรขยายที่มีจุดทำงานอยู่ที่ตำแหน่งคัตออฟพอยต์ ทรานซิสเตอร์จะทำงานเพียงครึ่งคลื่น มีข้อเสียคือ สัญญาณเอาต์พุตจะผิดเพี้ยน
3. วงจรขยายคลาสเอบี (Class AB Amplifier) คือวงจรขยายที่มีจุดทำงานอยู่ช่วงแอกติฟระหว่างคลาสเอ และคลาสบี ข้อดีสัญญาณไม่เกิดความผิดเพี้ยน
4. วงจรขยายคลาสซี (Class C Amplifier) คือวงจรขยายสัญญาณที่มีจุดทำงานต่ำกว่าจุดคัตออฟ ไม่เหมาะนำมาเป็นวงจรขยายเสียง เพราะจะทำให้เกิดความเพี้ยนของสัญญาณสูง
5. วงจรขยายคลาสดี (Class D Amplifier) เป็นวงจรขยายกำลังที่เหมาะสมสำหรับการทำงานด้วยสัญญาณดิจิทัลหรือสัญญาณพัลส์ มีการสูญเสียกำลังน้อย

บรรณานุกรม

- ธนภัทร ภูมิพิทักษ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรภาคทฤษฎี**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
สกายบุ๊กส์, 2545.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.
- _____. **ทฤษฎีเครื่องเสียง**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2546.
- _____. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2545.
- _____. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์
ส่งเสริมวิชาการ, 2542.
- _____. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์
ส่งเสริมอาชีพ, 2553.
- พุทธรักษ์ แสงกิ่ง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2558.
- ไพบูลย์ นาคมหาชาติสินธุ์และคณะ. **อิเล็กทรอนิกส์หลักการประยุกต์ใช้งาน**. กรุงเทพมหานคร :
แมคกรอฮิล อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์, 2541.
- วีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2557.
- ไวพจน์ ศรีธัญ. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วังอักษร, 2552.
- <http://www.ctc.ac.th/ctc/index.php/download/category/65-2016-12-20>, เข้าถึง 10 กันยายน 2559.

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 เรื่อง วงจรขยายกำลัง

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 10 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด (×) ลงในวงเล็บ หน้าข้อที่ผิด

- () 1. วงจรทำหน้าที่ขยายสัญญาณอินพุตที่มีขนาดแรงดันและกระแสทำให้มีขนาดแรงดันและกระแสสูงขึ้น คือวงจรขยายกำลัง
- () 2. วิธีโพลไดโนคือ กราฟแสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์
- () 3. การแบ่งคลาสต่างๆ ของวงจรขยายจะแบ่งตามจุด Q บนเส้นโหลด
- () 4. วงจรขยายคลาสเอ จะมีจุดทำงานอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าจุดคัตออฟ
- () 5. วงจรขยายแบบคลาสเอ จะมีการสิ้นเปลืองกำลังงานเนื่องจากทรานซิสเตอร์หรือเฟตทำงานอยู่ตลอดเวลา
- () 6. วงจรขยายคลาสบี จะมีจุดทำงานอยู่ในช่วงแอกทีฟ
- () 7. วงจรขยายแบบคลาสซีจะถูกนำไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ
- () 8. วงจรขยายแบบพิก-พูล ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาของการเกิดความผิดเพี้ยนในการขยายสัญญาณของวงจรขยายคลาสซี
- () 9. วงจรขยายสัญญาณที่มีความแตกต่างจากคลาสเอ คลาสบี คลาสเอบีและคลาสซี คือ วงจรขยายคลาสดี
- () 10. การเกิดครอสโอเวอร์ดิสทอร์ชัน จะเกิดขึ้นในวงจรขยายแบบคลาสเอ

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 เรื่อง วงจรขยายกำลัง

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 10 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด (×) ลงในวงเล็บ หน้าข้อที่ผิด

- (✓) 1. วงจรทำหน้าที่ขยายสัญญาณอินพุตที่มีขนาดแรงดันและกระแสทำให้มีขนาดแรงดันและกระแสสูงขึ้น คือวงจรขยายกำลัง
- (✓) 2. วิธีโพลคไลน์คือ กราฟแสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์
- (✓) 3. การแบ่งคลาสต่างๆ ของวงจรขยายจะแบ่งตามจุด Q บนเส้นโหลด
- (×) 4. วงจรขยายคลาสเอ จะมีจุดทำงานอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าจุดคัตออฟ
- (✓) 5. วงจรขยายแบบคลาสเอ จะมีการสิ้นเปลืองกำลังงานเนื่องจากทรานซิสเตอร์หรือเฟตทำงานอยู่ตลอดเวลา
- (×) 6. วงจรขยายคลาสบี จะมีจุดทำงานอยู่ในช่วงแอกทีฟ
- (✓) 7. วงจรขยายแบบคลาสซีจะถูกนำไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ
- (×) 8. วงจรขยายแบบพุช-พูล ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาของการเกิดความผิดเพี้ยนในการขยายสัญญาณของวงจรขยายคลาสซี
- (✓) 9. วงจรขยายสัญญาณที่มีความแตกต่างจากคลาสเอ คลาสบี คลาสเอบีและคลาสซี คือ วงจรขยายคลาสดี
- (×) 10. การเกิดครอสโอเวอร์ดิสทอร์ชัน จะเกิดขึ้นในวงจรขยายแบบคลาสเอ

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 9 เรื่องวงจรขยายกำลัง

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน)

เวลา 10 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. จ่ายแรงดันไบอัสตรงให้ขา B กับ E และจ่ายแรงดันไบอัสกลับให้ C กับ B ให้กับวงจรทรานซิสเตอร์และป้อนไฟฟ้ากระแสสลับต่ำ ๆ เข้าทางอินพุต ให้สัญญาณออกทางเอาต์พุตมีขนาดเพิ่มขึ้น เป็นหลักการของวงจรอะไร

ก. วงจรกำเนิดสัญญาณ	ข. วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์
ค. วงจรจูน	ง. วงจรขยายสัญญาณ
2. ซีดีโหลดไลน์ (DC Load Line) คืออะไร

ก. กราฟแสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์	ข. กราฟแสดงการทำงานของไตรแอก
ค. กราฟแสดงการทำงานของเจเฟต	ง. กราฟแสดงการทำงานของเอสซีอาร์
3. จุด Q จะวางที่ตำแหน่งใดของซีดีโหลดไลน์

ก. กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์	ข. ตำแหน่งใดก็ได้
ค. จุดอิมิตัว	ง. จุดคัตออฟ
4. ข้อใดคือเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. กำหนดจากค่าแรงดันและกระแส	ข. กำหนดจากค่าแรงดัน
ค. กำหนดจากค่ากระแส	ง. กำหนดจากอัตราขยาย
5. วงจรขยายคลาส เอ ที่จุดทำงานอยู่ตรงจุดใดของเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. จุด Q อยู่ตำแหน่งคัตออฟ	ข. จุด Q อยู่กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์
ค. จุด Q อยู่ตำแหน่งต่ำกว่าจุดคัตออฟ	ง. จุด Q อยู่ตำแหน่งจุดอิมิตัว
6. วงจรขยายคลาส บี มีจุดทำงานอยู่ตรงจุดใดของเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. จุด Q อยู่ตำแหน่งคัตออฟ	ข. จุด Q อยู่กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์
ค. จุด Q อยู่ตำแหน่งอิมิตัว	ง. จุด Q อยู่ตำแหน่งต่ำกว่าจุดคัตออฟ
7. วงจรขยายคลาส ซี มีจุดทำงานอยู่ตรงจุดใดของเส้นซีดีโหลดไลน์

ก. จุด Q อยู่กึ่งกลางเส้นซีดีโหลดไลน์	ข. จุด Q อยู่ตำแหน่งคัตออฟ
ค. จุด Q อยู่ตำแหน่งอิมิตัว	ง. จุด Q อยู่ระหว่างคลาสเอ กับคลาสบี

8. ข้อใดเป็นวงจรขยายคลาสซี

ก. ประสิทธิภาพการขยายต่ำ

ข. มีคุณภาพเสียงดี

ค. มีความผิดเพี้ยนสูงมาก

ง. นิยมใช้กับเครื่องขยายเสียงทั่วไป

9. ข้อใดเป็นวงจรขยายคลาสดี

ก. การทำงานที่จุดคัตออฟ

ข. แปลงสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยมก่อน

ค. สัญญาณมีความผิดเพี้ยนสูงที่สุด

ง. ทำงานต่ำกว่าจุดคัตออฟ

10. ข้อใดทำให้เกิดครอสโอเวอร์ดิสโทรชัน

ก. คลาสเอ

ข. คลาสบี

ค. วงจรขยายแบบพุช – พูล

ง. คลาสเอบี

	เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		หน่วยที่ 9
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย วงจรขยายกำลัง		
เรื่อง วงจรขยายกำลัง			เวลา 2 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	6	ก
2	ก	7	ง
3	ข	8	ก
4	ก	9	ข
5	ข	10	ก

แบบเก็บคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 9 เรื่อง วงจรขยายกำลัง

ลำดับ	ชื่อ – สกุล	ผลคะแนน	
		Pre-Test	Post-Test
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			